

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

SOLÁRNÍ OHŘEV TUV

SOLAR HEATING TAP WATER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR KRACÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. JAN FIEDLER, DR.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Kracík Petr

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Solární ohřev TUV

v anglickém jazyce:

Solar heating tap water

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Navrhněte funkční solární systém pro ohřev teplé užitkové vody pro konkrétní objekt.

Cíle bakalářské práce:

- rešerše používaných řešení pro ohřev TUV
- schéma zapojení
- ekonomika provozu, výhody a nevýhody solárního systému

Seznam odborné literatury:

Cihelka, J.: Solární tepelná technika, SNTL 1996
firmní literatura

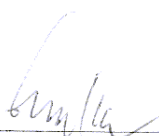
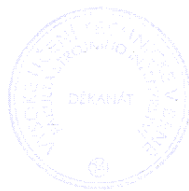
Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.



Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 10.11.2008

L.S.



doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce se věnuje ohřevu teplé užitkové vody (TUV) pomocí solárních kolektorů. Na začátku je krátký přehled nejvyužívanějších metod ohřevu v českých domácnostech, a to ohřev vody pomocí elektrické energie, zemního plynu, fosilních paliv a centrálně dodávaným teplem. U každé metody je krátký přehled trhu technického zařízení s jeho základními technickými parametry a cenou. Při porovnání těchto jednotlivých metod bylo dospěno k závěru, že nejmenší vstupní investice je u elektrického ohřevu a plynových kotlů. Tyto zařízení jsou také bezobslužná a neznečišťují přímo místnost, kde jsou instalována. Protikladem je kotel na tuhá paliva, kde vstupní investice je daleko vyšší, ale provozní náklady nižší, než například u elektrického ohřevu TUV.

Dále se práce zabývá solárními systémy. Popisuje jednotlivé části soustavy a typy solárních kolektorů. Pro porovnání byly vybrány solární systémy s plochými a vakuovými kolektory, u kterých byl proveden návrhový výpočet pro ohřev 180 l TUV denně, umístěný v Brně a dohřevem pomocí elektrické energie. V ekonomické bilanci byly obě varianty porovnány s elektrickým ohřevem. Po přiznání nárokové dotace ze Státního fondu životního prostředí je návratnost vůči elektrickému ohřevu u plochého kolektoru 11 let a u vakuového 18 let. Při životnosti vakuového kolektoru 30-40 let je investice do něho značně sporná, na rozdíl od plochého kolektoru, kde jeho životnost je uváděna 30 let.

ABSTRACT

This thesis concerns the heating of hot service water with the help of solar collectors. At the beginning the author describes the most frequent methods of heating service water in Czech houses with the help of electrical energy, fossil fuel, gas and central heat supply. Every method features a short review of sale of technical equipment with its basic technical parameters and price. While comparing those methods we discovered that the tiniest entry investment is into electrical heating and gas boilers. These devices are unmanned and do not pollute the area in which they are installed. On the other side, there is a fossil fuel boiler for which the entry investment is very high but the operational costs are lower than electrical heating of service water.

This thesis concerns also solar systems. It describes parts of the system and the types of solar collectors. We have chosen solar systems with flat and vacuum collectors, where there was executed design calculation for daily heating 180 l of service water, situated in Brno and with the reheating with the help of electrical heating of service water. In the economical balance both variants were compared with electrical heating. After allowing grant from SFŽP the payback period in comparison with the electrical heating is 11 years in the case of flat collector and 18 years in the case of vacuum collector. If the lifetime of vacuum collector is 30 to 40 years the investment is at issue in comparison with the flat collector, which has got 30 years lifetime.

KLÍČOVÁ SLOVA

TUV, teplá, užitková, voda, solární, kolektor, obnovitelné zdroje, ohřev, teplo, systém, soustava, kalkulace, ploché, trubicové, koncentrující, vakuové, teplá, užitková, voda

KEY WORDS

hot, service, water, solar, collector, renewable, sources, energy, heating, heat, system, calculation, flat, pipe, concentrating, vacuum

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KRACÍK, P. *Solární ohřev TUV*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 32 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Solární ohřev TUV vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce. Vycházel jsem při tom ze svých znalostí, odborných konzultací a literárních zdrojů uvedených v mé práci.

V Brně, dne

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu doc. Ing. Janu Fiedlerovi, Dr. za odborné vedení, cenné rady a věnovaný čas při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, která mi vytvořila zázemí po celou dobu mého studia.

Děkuji.

Solární ohřev TUV

1 OBSAH	1
1.1 Obsah	1.1
ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	2
ABSTRAKT	3
KLÍČOVÁ SLOVA	3
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE.....	3
PROHLÁŠENÍ.....	4
PODĚKOVÁNÍ.....	4
1 OBSAH	5
1.1 Obsah.....	5
1.2 Seznam obrázků.....	6
1.3 Seznam tabulek.....	6
2 ÚVOD	7
3 NEJVYUŽÍVANĚJŠÍ METODY OHŘEVU TUV.....	8
3.1 Ohřev vody pomocí elektrické energie.....	8
3.1.1 Elektrická topná odporová tělesa.....	8
3.1.2 Elektrické ohříváče.....	9
3.1.3 Kombinované ohříváče.....	10
3.2 Ohřev vody pomocí zemního plynu	10
3.3 Ohřev vody centrálně dodávaným teplem	12
3.4 Ohřev vody pomocí fosilních paliv a dřeva.....	13
4 SOLÁRNÍ SYSTÉMY.....	15
4.1 Slunce a jeho energie.....	15
4.2 Druhy kolektorů a jejich konstrukční řešení	16
4.2.1 Základní části kolektoru	16
4.2.2 Ploché kolektory	17
4.2.3 Trubicové kolektory	17
4.2.4 Koncentrující kolektory.....	18
4.2.5 Vakuové trubkové kolektory	18
4.3 Schéma solárního systému a popis jeho částí.....	19
4.3.1 Technický popis soustavy.....	20
4.3.2 Funkce soustavy	20
4.3.3 Základní části solární soustavy.....	20
5 NÁVRH SOLÁRNÍ SOUSTAVY	22
5.1 Zadání vstupních dat.....	22
5.2 Volba velikosti solárních panelů	22
5.2.1 Výpočetní vztahy.....	23
5.2.2 Vypočtené hodnoty	23
5.3 Cenová kalkulace solárního systému.....	25
6 ZÁVĚR	26
7 POUŽITÁ LITERATURA	27
8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	29
9 SEZNAM PŘÍLOH	29

1.2 Seznam obrázků

1.2

Obr. 1 Náklady na výrobu TUV podle zdroje tepla pro 4 – 6 os. ročně (180 l denně)	7
Obr. 2 Topné odporové těleso typ 4206	8
Obr. 3 Kombinovaný ohřívač vody	10
Obr. 4 Balance dodávek tepla podle zdrojů z roku 2006	12
Obr. 5 Průměrný roční úhrn globálního záření [MJ/m^2].....	15
Obr. 6 Roční průběh teoreticky možné dopadající energie	15
Obr. 7 Křivky účinností různých typů solárních kolektorů	16
Obr. 8 Geometrické uspořádání kanálků v Absorbční desce.....	17
Obr. 9 Trubicový atmosférický kolektor	17
Obr. 10 Příčný a podélný řez jednostěnnou trubkou vakuového kolektore.....	18
Obr. 11 Příčný řez dvoustěnnou trubkou vakuového kolektoru	19
Obr. 12 Solární soustava s bivalentním zásobníkem TUV	19
Obr. 13 Schématický řez zásobníku TUV a akumulční nádoby	21
Obr. 14 Graf dodávání tepla skrze solární soustavu v jednotlivých měsících (Var A)	24
Obr. 15 Graf dodávání tepla skrze solární soustavu v jednotlivých měsících (Var B)	24
Obr. 16 Porovnání jednotlivých variant vzhledem k nákladům na pořízení a provoz	25

1.3 Seznam tabulek

1.3

Tab. 1 Elektrická topná odporová tělesa.....	8
Tab. 2 Elektrické ohřívače vody	9
Tab. 3 Kombinované ohřívače vody	10
Tab. 4 Porovnávání škodlivin emisí při použití různých paliv	11
Tab. 5 Plynové ohřívače vody	12
Tab. 6 Kotle na tuhá paliva	14
Tab. 7 Výběr z nabídky trhu se solárními kolektory	22
Tab. 8 Vypočítané hodnoty solárního kolektoru Var A.....	23
Tab. 9 Vypočítané hodnoty solárního kolektoru Var B.....	24
Tab. 10 Cenová kalkulace solárních systémů	25

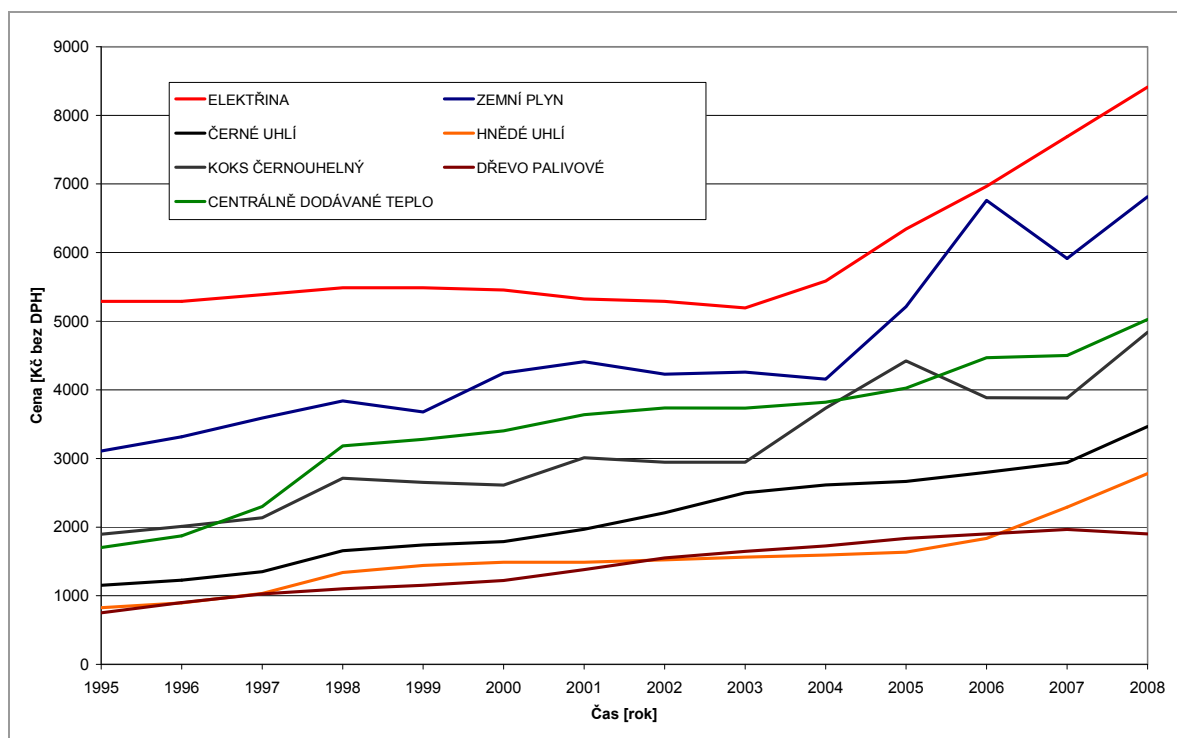
2 ÚVOD**2**

TUV, nebo-li teplá užitková voda, patří neodmyslitelně k našemu životu. Musíme ji však nějak vyrobit, což stojí ročně nemalé peníze v nákladech domácnosti. V současné době při vzrůstajících cenách komodit (obr. 1), a možnosti využití dotačních programů, se objevují možnosti, jak ušetřit na vytápění a ohřevu TUV.

Dříve přispívalo Ministerstvo životního prostředí ČR, podle takzvané Přílohy II, na obnovitelné zdroje energie nenárokovou dotaci, o které se rozhodovalo až po realizaci projektu. V nově otevřeném programu Zelená úsporám se již může žádat o dotaci před vlastní realizací a investor tak dopředu ví, kolik prostředků bude muset vynaložit ze svého, což otvírá v současné neutěšené ekonomické situaci nové možnosti.

V úvodu své práce se nejprve pokusím zmapovat nejvyužívanější metody výroby tepla v českých domácnostech. Tedy pomocí elektrické energie, zemního plynu, kotle na tuhá paliva a centrálně dodávaným teplem, a to včetně základních investic do technického zařízení pro vlastní výrobu tepla.

V další části své práce budu popisovat solární systém včetně jeho jednotlivých částí a navrhu dvě varianty solárního systému pro ohřev TUV s dohřevem pomocí elektrické energie, které porovnam s elektrickým ohřevem z ekonomického hlediska.



Obr. 1 Náklady na výrobu TUV podle zdroje tepla pro 4 – 6 os. ročně (180 l denně)

Pozn.: Roční průměrné ceny čerpány z ČSÚ [17] a potřebné množství tepla jednotlivých komodit z [19]

3 NEJVYUŽÍVANĚJŠÍ METODY OHŘEVU TUV**3**

Metody můžeme rozdělit podle několika skupin. Například podle způsobu ohřevu TUV (ohříváče vody akumulární, ohříváče vody průtokové a výměníky pro ohřev vody) nebo podle média, které předává své teplo námi ohříváné vodě. Podle tohoto druhého kritéria bych rád zmínil nejpoužívanější způsoby.

3.1 Ohřev vody pomocí elektrické energie**3.1**

Přeměna elektrické energie na energii tepelnou je zprostředkována elektrickým topným tělesem, které je nejčastěji sestaveno z jedné nebo více trubkových topných tyčí, připojovacích prvků pro elektrické zapojení a hlavice nebo přírub pro mechanické upevnění v nádobě s vodou.

Topné tyče mohou mít kruhový průřez nebo plocho-oválný průřez. Plášť topné tyče je tvořen kovovou trubicí definovaných rozměrů, nejčastěji z nerezové oceli a nebo mědi. Tento plášť může být dále povrchově upravován tak, aby se zvýšila jeho odolnost vůči okolnímu prostředí. Uvnitř kovové trubky topné tyče je v izolačním materiálu uložena odporová topná spirála s vývodními kolíky nebo lanky. Trubka je poté utěsněna a uzavřena takovým způsobem, aby její vnitřní aktivní část byla dokonale chráněna proti vnějším vlivům pracovního prostředí topného tělesa. [15] Tato topná tělesa se nejvíce využívají jako náhradní zdroj tepla v akumulárních nádobách (kap. 4.3.3.4) nebo v průtokových ohříváčích.

DZ Dražice využívají u velkoobjemových elektrických ohříváčů keramické topné těleso, které je bezkontaktní, zasunuté do ocelové jímky. Tím, že nádoba ohříváče vody i jímka je vyrobena z jednoho druhu materiálu (oceli), nedochází ke vzniku galvanického článku a elektrochemické korozi. Systém keramických těles mimořádně dobře odolává tvrdé a agresivní vodě a výrazně prodlužuje životnost nádoby v každých podmínkách. [12]

3.1.1 Elektrická topná odporová tělesa

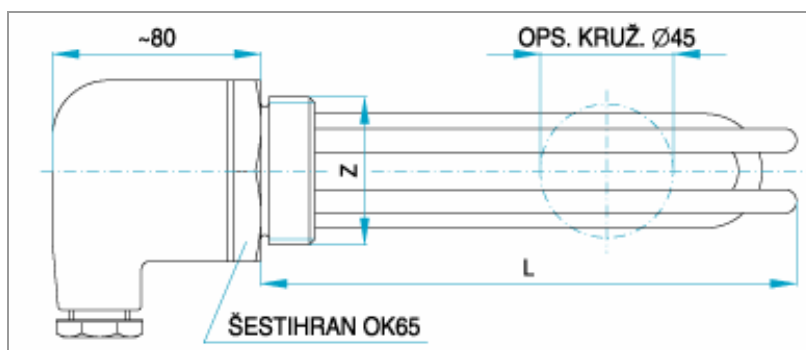
Elektrické topné těleso, využívané jako náhradní zdroj anebo sloužící k dohřevu TUV v akumulárních nádobách, se vyrábí ve dvou základních provedeních. Buď jako šroubovací se závitem M48x2 nebo G 6/4"-2 anebo jako přírubové. Typ se volí podle velikosti nádoby.

Tato topná tělesa jsou určena pro ohřev vody do 80 - 100°C dle výrobku, zapojené na 220V nebo 400V, s termostatem a plynulou regulací, kterou je možné zapojit do centrální řídicí jednotky ovládající různá zařízení v kotelně.

Tab. 1 Elektrická topná odporová tělesa

Výrobek	Dodavatel	Výkon [W]	Závít	Cena bez DPH [Kč]
TYP 4206	Backer [35]	1 500	G 1½"	680
Z-ZT 1500	Regulus [47]	1 500	G 1½"	1 090
TJ G 6/4"-2	DZ Dražice [39]	2 000	G 6/4"	2 219

Pozn.: Ceny platné k 07.04.2009



Obr. 2 Topné odporové těleso typ 4206 [6]

3.1.2 Elektrické ohřivače

Elektrické ohřivače se vyrábí o velikostech od 5 do 200 litrů hromadně a nádoby o vyšších objemech na objednávku. Malé ohřivače jsou umístěny, tam, kde chceme mít rychle dodán menší objem TUV, jako například v koupelně u umyvadla, na toaletě anebo tam, kde přívod od hlavního zdroje TUV je daleko, jeho využití není časté ani ve velkých objemech, čímž dochází k velkým ztrátám teplé vody v důsledku chladnutí v potrubí na cestě. Klasickým případem bývá kuchyně. Tyto malolitražní ohřivače se dále ještě dělí podle míst, kde jsou umístěny. Buď pod nebo nad vodovodní baterii a zda jsou průtokové či akumulací.

Velkoobjemové ohřivače se vyrábí ve dvou základních provedení. Horizontální a vertikální, přičemž vodorovné mají menší účinnost, ale dávají se v případech malé výšky prostoru, kde jsou umístěny. Mají většinou jedno topné těleso, ale pro zvýšení komfortu a rychlosti nárazového ohřívání se vyrábí i nádoby se dvěma topnými tělesy.

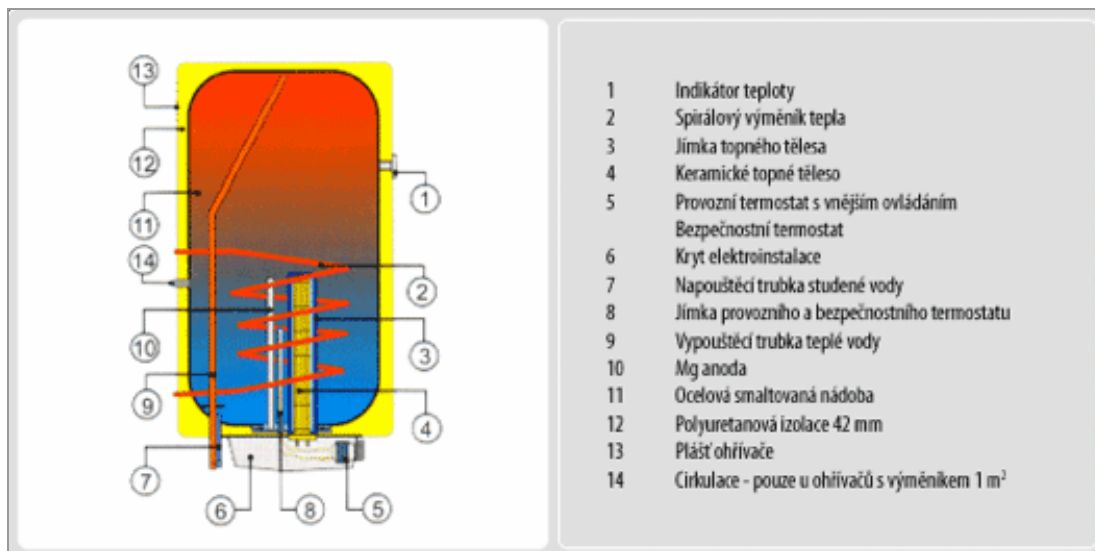
Tab. 2 Elektrické ohřivače vody

Výrobek	Dodavatel	Objem [l]	Příkon [W]	Cena bez DPH [Kč]
průtokové				
M A1 2,5 kW 230 V	Mirava [44]	.	2 500	3 084
M A1 4,4 kW 230 V	Mirava [44]	.	4 400	3 303
MTD 350	AEG [32]	.	3 500	4 225
malolitražní				
BTO 5 IN	DZ Dražice [39]	5	2 000	1 933
DO 05702	Siemens [33]	5	.	2 395
Hoz 5 comfort	AEG [32]	5	2 000	2 651
EO 5 P	Tatramat [50]	5	2 000	2 753
VBN A1	Mirava [44]	5	2 200	2 883
BTO 10 IN	DZ Dražice [39]	10	2 000	2 269
EO 10 P	Tatramat [50]	10	2 000	2 700
DO 10702	Siemens [33]	10	.	3 773
Hoz 10	AEG [32]	10	2 000	4 222
VZN A223HB	Mirava [44]	10	2 500	11 196
TO 15 IN	DZ Dražice [39]	15	2 000	2 941
EO 15 P	Tatramat [50]	15	2 000	3 000
velkoobjemové				
EOV 82	Tatramat [50]	80	2 000	4 611
EWB Basis 80 N	AEG [32]	80	1 500	5 074
OKCE 80	DZ Dražice [39]	80	2 000	5 210
EOV 122	Tatramat [50]	120	2 000	5 035
EWB Basis 120 N	AEG [32]	120	2 000	5 867
OKCE 125	DZ Dražice [39]	125	2 000	6 084
EWB Basis 200 N	AEG [32]	200	2 600	7 550
OKCE 200	DZ Dražice [39]	200	2 200	8 135
EOV 202	Tatramat [50]	200	2 200	8 533

Pozn.: Ceny platné k 07.04.2009

3.1.3 Kombinované ohříváče

Jsou to ohříváče, kde mimo elektrického topného tělesa je umístěn i výměník, většinou ve tvaru spirály z nerezové oceli nebo mědi. Tento výměník lze napojit na další externí zdroj tepla. Výměník bývá projektován, jak pro nucený, tak i pro samotízný okruh, ale maximální tlak ve výměníku udaný výrobcem, musí splnit obě dvě varianty.



Obr. 3 Kombinovaný ohříváč vody [11]

Tab. 3 Kombinované ohříváče vody

Výrobek	Dodavatel	Objem [l]	El. příkon [W]	Výkon výměníku [W]	Cena bez DPH [Kč]
OVK 81	Tatramat [50]	80	2 000	20 000	6 468
OKC 80	DZ Dražice [39]	80	2 000	9 000 ¹⁾	6 589
OVK 120	Tatramat [50]	120	2 000	8 000	7 208
OKC 125	DZ Dražice [39]	125	2 000	17 000 ¹⁾	7 420
OKC 200	DZ Dražice [39]	200	2 200	17 000 ¹⁾	9 227
OVK 201	Tatramat [50]	200	2 000	18 500	9 699

¹⁾ Jmenovitý tepelný výkon při teplotě topné vody 80°C a průtoku 720 l/hod

Pozn.: Ceny platné k 07.04.2009

3.2 Ohřev vody pomocí zemního plynu

3.2

Využití zemního plynu pro vytápění zaznamenalo v polovině minulého desetiletí nevídaný rozvoj. Snaha o zlepšení kvality ovzduší ve městech a obcích, podpořená příznivou cenou zemního plynu a uvolněním 6,1 mld.Kč (z prostředků Fondu národního majetku), byla hlavní hybnou silou rozvoje plynofikace. Bohužel následný nepříznivý vývoj cen zemního plynu měl za následek, že řada odběratelů přešla na jiná paliva nebo se vůbec v době plynofikace nepřipojili k odběru. [25]

Nespornými výhodami plynu jsou hlavně:

- vysoká energetická účinnost plynových spotřebičů,
- jednoduché ovládání plynových spotřebičů, jejich snadná regulace a automatizace
- možnost využívat primární energetický zdroj přímo v místě jeho spotřeby
- díky jeho vysokému energetickému obsahu, příznivému složení a technicky dořešeným způsobům jeho využití má příznivý vliv na životní prostředí (tab. 4)

Tab. 4 Porovnávání škodlivin emisí při použití různých paliv [8]

Složka	Hnědé uhlí	Koks	Topný olej	Zemní plyn
popílek (mg/MJ)	608,4	309,2	50,4	0,6
SO ₂ (mg/MJ)	1 129,4	398,9	426,7	0,3
CO (mg/MJ)	3 146,9	1 717,6	13,9	9,4
uhlovodíky (mg/MJ)	699,3	381,7	9,7	3,8
NO _x (mg/MJ)	209,8	57,3	236,4	47,2
CO ₂ (g/MJ)	111,0	92,0	75,0	56,0

Hlavním problémem spalování zemního plynu je vznik oxidů dusíku (NO_x). Směs oxidu dusnatého a oxidu dusičitého vzniká při spalování každého paliva v případě, že pro spalování je využíván vzduch. Zemní plyn má ve srovnání s pevnými a kapalnými palivy jednu výhodu. Neobsahuje žádné dusíkaté látky, takže oxidy dusíku mohou vznikat právě jen ze vzdušného dusíku. Jejich tvorba je závislá na teplotě spalování. Čím je teplota vyšší, tím je vyšší i tvorba NO_x. Výrobci plynových spotřebičů věnují omezování vzniku NO_x velkou pozornost. Konstrukčními úpravami hořáků a spalovacích komor spotřebičů se podařilo snížit emise NO_x až na 10 % původních hodnot. [8]

Plynové ohříváče dělíme podle několika kritérií. Na ohříváče se zásobníkem a průtokové, nebo:

- Podle možného způsobu provozu

- Kotel klasický

Kotel, který je navržen pro provoz se suchými spaliny, přičemž nejnižší dovolená teplota vstupní vody bývá omezena hodnotou 60 °C. Po většinu otopného období pracuje s konstantní teplotou kotlové vody. Účinnost cca do 88%.

- Kotel nízkoteplotní

Kotel, který je navržen pro provoz se suchými spaliny, přičemž může pracovat i s teplotami vstupní vody 35 až 40 °C. Za určitých podmínek v kotli může docházet ke kondenzaci. Po většinu otopného období pracuje s proměnnou teplotou kotlové vody. Účinnost cca do 92%.

- Kotel kondenzační

Účelem kondenzačního provozu je v maximální míře využívat kondenzace odchozích spalin k dalšímu ohřevu vratné vody, s teplotami vstupní vody standardně 35 až 40 °C. Účinnost cca do 106% (vypočteno z výhřevnosti paliva). [29]

- Podle počtu výkonových stupňů hořáku (regulace výkonu)

jednostupňové

dvoustupňové (dva výkonové stupně, nejčastěji 50% a 100% výkonu)

plynulá modulace výkonu v rozsahu nastaveného min - max.

- Podle způsobu přívodu spalovacího vzduchu a odvodu spalin

- kategorie A: Vzduch pro provoz spotřebiče se přivádí z prostoru, kde je spotřebič instalován, a spaliny jsou odváděny do téhož prostoru.

- kategorie B: Vzduch pro provoz spotřebiče se přivádí z prostoru, kde je spotřebič instalován, a spaliny jsou odváděny do venkovního prostoru z komínu nebo z kouřovodu s funkcí komínu.

- kategorie C: Vzduch pro provoz spotřebiče se přivádí z venkovního prostoru a spaliny jsou rovněž odváděny do venkovního prostoru (na venkovní fasádu nebo nad střechu v provedení tzv. "turbo"). [4]

Solární ohřev TUV

Tab. 5 Plynové ohřivače vody

a) zásobníkové					
Výrobek	Dodavatel	Objem [l]	Ohřev	Výkon [W]	Cena bez DPH [Kč]
160/6 ZE R1	Vaillant [52]	160	238 l/hod	8 300	18 200
S 160-1	Junkers [38]	155	doba ohřevu 81min	6 800	18 990
ARISTON P CA 150	MTS Česká [43]	150	$\Delta t = 45^{\circ}\text{C}$ za 1,13hod	8 400	13 340
Q7-150-VENT-C	Quantumas [45]	145	$\Delta t = 25^{\circ}\text{C}$ za 15min	18 000	39 435
b) průtokové					
Výrobek	Dodavatel	Ohřev [l/min]	Výkon [kW]	Cena bez DPH [Kč]	
Panda 24 POG	Protherm [48]	10,8	9,8 - 24,4	15 750	
WR 11-2 P 23 miniMAXX	Junkers [38]	11,0	7 - 19,2	6 190	
Alfa POV-10 ZP	Karma [51]	10,0	19	4 241	

Pozn.: U většiny plynových ohřivačů lze využívat jako zdroj také propan, ale s nižší účinností tohoto ohřivače než jakou má u zemního plynu.

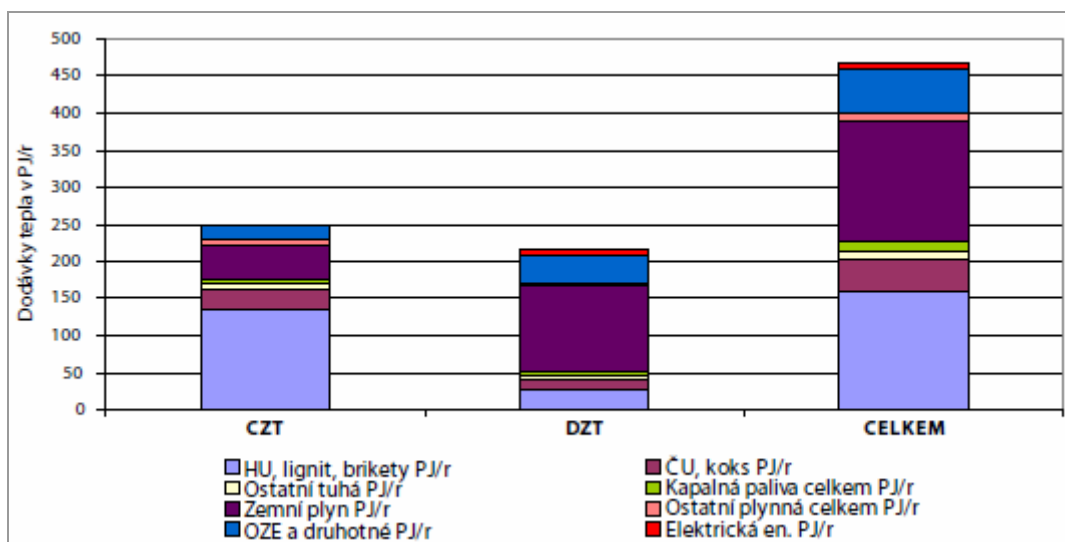
Pozn.: Ceny platné k 07.04.2009

3.3 Ohřev vody centrálně dodávaným teplem

3.3

Z šetření Českého statistického úřadu pod názvem ENERGO 2004 [9] vyplývá, že 37 % domácností v České republice využívá jako zdroj TUV centrálně dodávané teplo. Vzorek respondentů byl 40 000 domácností rovnoměrně vybraných ze všech českých krajů, což tvoří reprezentativní vzorek 1% všech domácností. [10]

Podle Nezávislé energetické komise v roce 2006 (obr. 3) vidíme bilanci dodávek tepla podle zdrojů. Je patrné, že největší díl zastupují zdroje spalující hnědé uhlí.



Obr. 4 Balance dodávek tepla podle zdrojů z roku 2006 [30]

Pozn.: CZT – centralizované dodávky tepla; DCT – decentralizované dodávky tepla

Největším dodavatelem tepla v ČR je společnost ČEZ se svými osmnácti uhelnými elektrárnami a jednou plynovou s celkovým instalovaným výkonem 7 336 MW v roce 2007 dodali 10 595 TJ tepla. [27]

Již od roku 2003 probíhá ve vhodných elektrárnách a teplárnách Skupiny ČEZ nahrazování části uhlí biomasou. Aby elektrárny (teplárny) splňovaly přísné emisní limity, spalují buď biomasu jako příměs k uhlí nebo jen biomasu samotnou. Například v elektrárně Poříčí II v Trutnově ve dvou ze čtyř kotlů spalují jen biomasu (dřevní odpad a rostlinné peletky). V roce 2007 vyrobili 1 700 TJ tepelné energie a za rok 2008 spálili na 125 tis. tun biomasy. [7]

Konečný odběratel odebírá teplo a TUV z výměníkůvých stanic. Jeho odběr je měřen nejčastěji průtokoměry v případě TUV a měřičem energií umístěných na topných tělesech.

3.4 Ohřev vody pomocí fosilních paliv a dřeva

3.4

Vzhledem k neustále vzrůstajícím cenám plynu a možné budoucí nestabilitě v dodávkách, mnoho lidí znovu začíná uvažovat o změně jejich zdroje tepla v rodinném domě. S výrazným nárůstem cen fosilních paliv a energií, se začaly měnit také požadavky na projektování a provozování kotlen na pevná paliva. Zaváděním nových směrnic a norem EU se zvyšují nároky na teplovodní kotle z hlediska produkce emisí i bezpečnosti provozu. Z tohoto pohledu je nutné do budoucna preferovat především nejmodernější technologie spalování v automatických kotlích s účinností spalování nad hranicí 80 %, nízkými emisemi, a s komfortem obsluhy, který umožňuje i u malých kotlen v maximální míře automatizaci celého procesu vytápění. [20]

Nejrozšířenější typy kotlů a jejich využití:

- Litinové kotle patří mezi nejlevnější a nejrozšířenější. Převážně se jedná o kotle s ruční dodávkou paliva s prohořivacím způsobem spalování. Spaliny procházejí celou vrstvou paliva, a to postupně v násypce prohořívá celé. Výkon se dá regulovat prakticky pouze výškou, tj. množstvím paliva v násypce a regulací sání spalovacího vzduchu. Vzhledem k velkému množství žhavého paliva je však možnost regulace značně omezena. Tyto kotle byly původně konstruovány pro spalování koksu a vhodné jsou pouze pro paliva s nízkým obsahem prchavých látek, jako je koks, černé uhlí, respektive velké kusové dřevo, které uvolňuje prchavé látky postupně a dlouho nahořívá. V žádném případě nejsou vhodné pro spalování hnědého uhlí. Toto palivo rychle nahořívá v celé vrstvě, rychle uvolňuje prchavé látky, které nestačí v kotli vyhořet. [20]
- Ocelové kotle s ruční dodávkou paliva jsou převážně kotle odhořivací s posuvným roštem. Palivo odhořívá ve spodní části násypky a spaliny jsou odváděny do výměníku mimo vrstvu paliva v násypce, což umožňuje spalování hnědého uhlí a drobnějšího kusového dřeva a dřevního odpadu a briket. Vzhledem k tomu, že nenahořívá celá vrstva paliva v násypce, lze tyto kotle snáze řídit regulací tahu přísáváním primárního a sekundárního vzduchu. Tyto kotle také nevyžadují odtahový ventilátor a patří také do kategorie nejlevnějších kotlů s nároky na poměrně častou obsluhu. [20]
- Ocelové kotle speciální, tzv. zplyňovací, jsou kotle odhořivací, převážně s odtahovým ventilátorem a s poměrně vysokou účinností spalování. Konstruovány jsou především na kusové dřevo a brikety o vlhkosti do 20 %. Existují však také kotle pro kombinované spalování uhlí (kostka) a dřeva. Jejich cena je o 1/3 vyšší než u obyčejných kotlů. [20]
- Automatické kotle jsou kotle se samočinnou dodávkou paliva, převážně ocelové s nuceným i přirozeným odtahem spalin. Určeny jsou především pro paliva o velikosti do 3 cm, tedy uhlí zrnitosti ořech 2 a 3 a pelet. Převládají dva základní druhy těchto kotlů. Tzv. bubnové, u kterých bubnový rošt průběžně odebírá palivo z násypky a které jsou vybaveny velkými odtahovými ventilátory. Je proto nutné počítat se speciálním komínem, který je vyvložkován jako přetlakový. [20]

Solární ohřev TUV

Teplo z teplovodního kotle je předáváno TUV prostřednictvím průtokového výměníku, který je součástí kotle, nebo prostřednictvím kombinovaného ohříváče (kap. 3.1.3) nebo skrze výměník umístěný v akumulární nádobě (kap. 4.3.3.4).

Vybrat si ten nejvhodnější kotel, který by měl sloužit řadu let, není vždy jednoduché. Kotel musí splňovat řadu požadavků, mezi něž patří zejména velikost tepelného výkonu, spalování určitého druhu paliva, bezpečný odvod kouřových plynů, pružný, hospodárný a bezpečný provoz, možnost ohřevu TUV a případně další požadavky. Pořizovací cena, zdánlivě nižší než u jiných kotlů, nemusí být nejlepším kritériem. Dodatečně přikupované zařízení ke kotli nebo nevhodný provoz mohou v celkovém hodnocení kotle majitele nakonec zklamat.

Nejlepší kotle mají označení VÝROBEK ROKU nebo jiný "titul", který získaly na výstavě či veletrhu. Jde opravdu o nejkvalitnější výrobky, které v konkurenci obstály a patří mezi nejlepší. Ohodnocení kotle na výstavě některou z cen může být také podnětem při koupi kotle. Ceny získávaly a získávají kotle v ČR na odborných veletrzích Aqua-Therm, Pragothrm, SHK Brno, nebo výstavách Czechotherm, Zlatý klas a dalších. Nejvíce ohodnocení získaly kotle vyráběné ve firmách s tradicí. Patří k nim zejména Jaroslav Cankar a syn Atmos, VERNER, ŽDB a další. [13]

Tab. 6 Kotle na tuhá paliva

Výrobek	Dodavatel	Výkon [kW]	Palivo	Cena bez DPH
Hercules U26-4 [54]	Viadrus	20-24	č. uhlí, koks a dřevo	22 113
DAKON FB 26 D [37]	Dakon	120-24	č. uhlí, brikety, koks a dřevo	23 100
Atmos AC25S [42]	Atmos	20-26	č. uhlí a dřevo	24 000
Verner V25DLS [53]	Verner	12,5-25	dřevo, štěpka, piliny	91 500

Pozn.: Ceny platné k 07.04.2009

4 SOLÁRNÍ SYSTÉMY

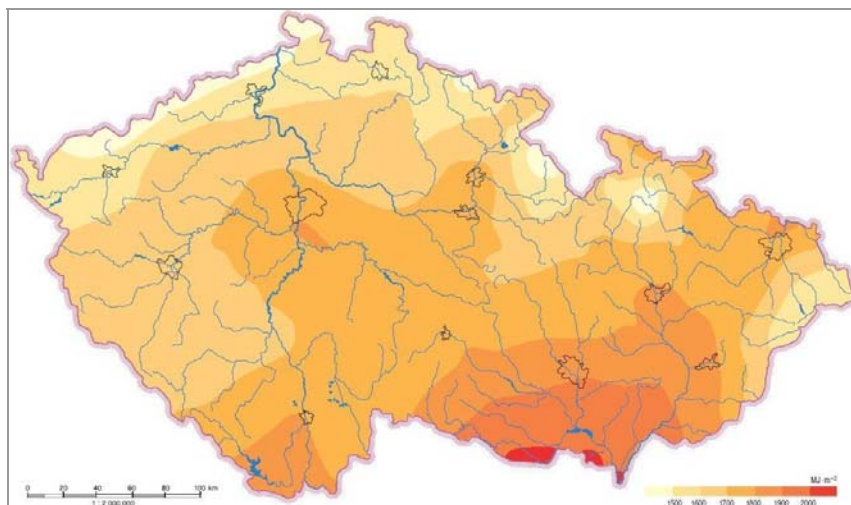
4

4.1 Slunce a jeho energie

4.1

Slunce je hvězda nejbližší k Zemi. Její povrch zásobuje Zemi teplem a světlem. Světlo dosáhne povrchu Země přibližně za 8 minut a 19 vteřin. Energie slunečního záření pohání téměř všechny procesy, které na Zemi probíhají. Je na ní závislé podnebí, změny počasí i teploty, významně se podílí na přílivu a odlivu. Pomáhá udržet na zemském povrchu vodu v kapalném skupenství, je klíčovým faktorem pro fotosyntézu rostlin a umožňuje živočichům vidět. [18]

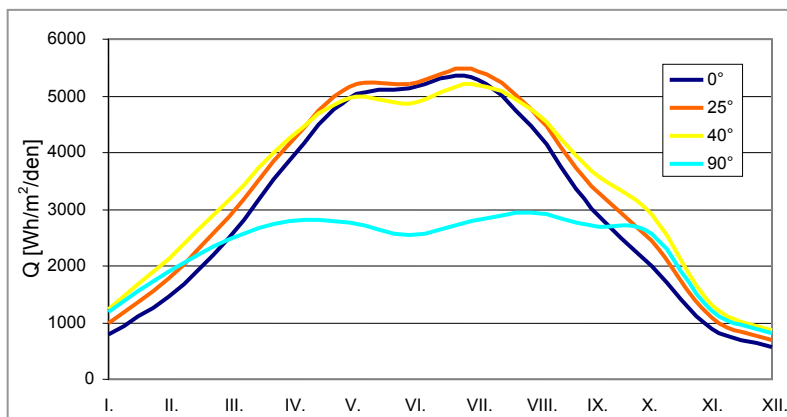
Slunce má tvar koule o průměru $1,392 \times 10^6$ km, tj. 109krát větší než je průměr Země. Hlavním složením je se svými 73,5 % vodík následován héliem se 24,9 %. Celkový tok energie, které Slunce vyzařuje do kosmického prostoru, je $3,85 \times 10^{26}$ W. Na Zem však dopadá jen nepatrný zlomek. A to sice $1,8 \times 10^{17}$ W. [18] V ČR je průměrný roční úhrn globálního záření největší na jihu Moravy (obr. 4).



Obr. 5 Průměrný roční úhrn globálního záření [MJ/m^2] [3]

Prívod energie slunečního záření je časově nerovnoměrný a v jisté míře i nespolehlivý. V letním období je této energie nadbytek a v zimním období naopak nedostatek. Dodávka energie je také závislá na oblačnosti. Záření, které se v atmosféře rozptýlí odrazem o molekuly plynů ve vzduchu, částičky prachu a mraky, proniká k povrchu jako difúzní záření. Difúzní záření dopadá na osluněnou plochu i v době, kdy je obloha zatažená mraky a slunce přímo nesvítí. Výsledný energetický účinek slunečního záření je tedy algebraický součet přímého a difúzního záření. [1]

Na (obr. 5) je roční průběh teoreticky možné energie dopadající za den při různém sklonu osluněné plochy orientované na jih.



Poloha: ČR, Brno
 $49^{\circ}13'27''$ N
 $16^{\circ}34'40''$ E
 výška 285 m.n.m.

Optimální úhel pro dané souřadnice je 34° [16]

Obr. 6 Roční průběh teoreticky možné dopadající energie [16]

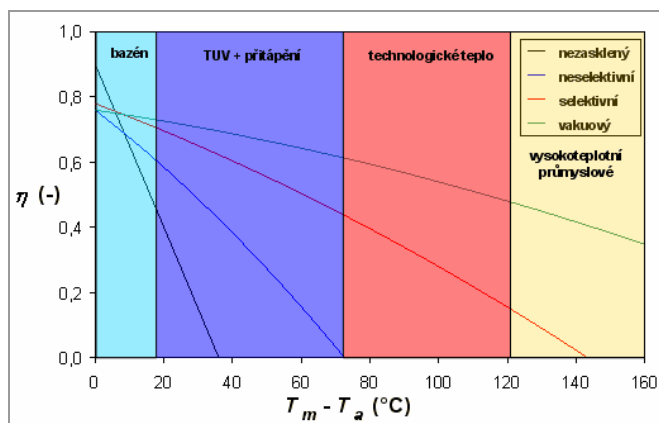
4.2 Druhy kolektorů a jejich konstrukční řešení

4.2

Sluneční kolektory jsou nejdůležitější součástí aktivních slunečních systémů. Slouží k zachycení sluneční energie a přeměně této energie na teplo, kterým se zahřívá teplonosné médium. Protože kolektor musí být umístěn venku v dosahu slunečního záření, jsou kolektory vystaveny všem nepříznivým vlivům proměnlivého počasí. Proto je nutné věnovat konstrukci, výrobě, montáži a údržbě velkou pozornost. [1]

Kolektory můžeme dělit podle média, kterému předává slunce teplo. A to vzduchové a kapalinové. Vzduchové kolektory se využívají pro teplovzdušné vytápění a větrání a jsou součástí fasády domu, v případě privátního využití nebo někde například poblíž skladu pro využití dosušování zemědělských plodin a podobně. Kapalinové kolektory jsou pak vhodné pro vytápění a ohřev TUV. V dalším textu se budu věnovat pouze kapalinovým kolektorům.

Nemusí být za všech okolností nejvýhodnější teplovodní kolektory s nejvyšší účinností potažmo nejdražší, proto by měl klient hned na začátku vědět, co očekává od solárního systému. Graf křivek účinností (η) různých typů solárních kolektorů (obr. 6) v závislosti na rozdílu střední teploty teplonosné látky (T_m) a teplotě okolí (T_a) jasně dokládá, že koupí dnes na trhu nejdražších vakuových kolektorů, může být ve výsledku značně nevýhodná investice do vytápění a ohřevu TUV, kde výkonový potenciál kolektoru není plně využíván.



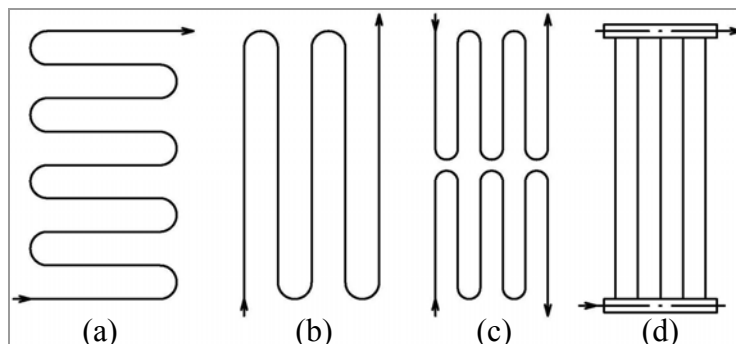
Obr. 7 Křivky účinností různých typů solárních kolektorů [23]

4.2.1 Základní části kolektoru

- Absorbční plocha - základní částí každého kolektoru je absorbér. To je obvykle těleso z materiálu s dobrou tepelnou vodivostí (měď, hliník), na svrchní straně opatřené speciální tenkou vrstvou, která minimálně vyzařuje a maximálně zachycuje (absorbuje) sluneční záření a přeměňuje je na teplo. [26] Speciální tenká vrstva musí být odolná nejen při normálních provozních teplotách, ale i při vyšších teplotách, které se mohou vyskytnout při chodu naprázdno. Toto teplo následně předává teplonosné látce proudící v potrubí připevněného k absorbční ploše nebo kanálcích, které jsou součástí absorbční plochy. Solární kolektory se dělí podle tvaru absorbéru na ploché, koncentrující a vakuové. Speciálním případem je trubicový kolektor, který je bez absorbéru.
- Vana kolektoru – zajišťuje ochranu všech vnitřních částí umístěných v ní. Musí být vodotěsná, což z vrchní strany zajišťuje nejčastěji sklo. Dále v ní je umístěn otvor pro odvod kondenzátu vznikajícího na krycím skle. Na dně vany je umístěn izolační materiál. Na něm umístěno podle konstrukce potrubí nesoucí teplonosnou látku a absorbční část. Vana kolektoru je nejčastěji vyrobena z hliníku nebo z nerezů.
- Teplonosná látka – solární kapalina tvoří náplň uzavřeného solárního systému a je nositelem energie. Musí být netoxická, ekologicky nezávadná, biologicky odbouratelná a v případě celoročního provozu kolektoru i s nemrznoucí náplní.

4.2.2 Ploché kolektory

U nich je absorpční plocha stejně velká jako čelní plocha, kterou procházejí paprsky. Absorpční plocha se skládá z desky svařených ze dvou plechů, do kterých jsou vytlisovány kanálky nebo z jednoho plechu, na který jsou připevněny trubky, ve kterých proudí teplonosná látka. Geometrické uspořádání kanálků je na obr. 7.



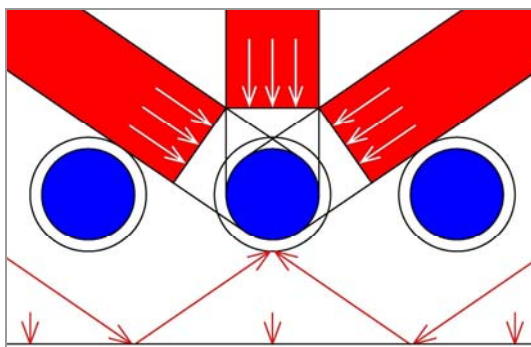
Obr. 8 Geometrické uspořádání kanálků v Absorpční desce [1]
a) příčný meandr; b) podélný meandr; c) dvojitý meandr; d) registr

Deska je opatřena nátěrem, který má schopnost selektivní nebo neselektivní. Neselektivní nátěr je natření desky nejčastěji černou matnou barvou. Má velkou absorpční a emisní schopnost v celém rozsahu spektra záření, tj. jak při krátkovlnném slunečním záření, tak také při dlouhovlnném tepelném sálání. Velká absorpční schopnost při krátkovlnném záření je nezbytná pro dosažení dobré účinnosti kolektoru, velká emisní schopnost však způsobuje velké ztráty při dlouhovlnném sálání z povrchu absorbéru do okolí, a tím se zase účinnost kolektoru zmenšuje. Výhodou však je, že jsou levné a snadno se nanášejí na libovolný povrch. [1]

Tepelné ztráty sáláním z povrchu absorbéru do okolí lze zmenšit použitím tzv. selektivních povlaků, které mají velkou absorpční schopnost pro krátkovlnné záření a malou emisní schopnost pro dlouhovlnné tepelné sálání. Tyto povlaky lze vytvořit buď nanesením tenké vrstvičky černého kovu (např.: niklu nebo chromu) na lesklý kovový povlak (např.: leštěný hliník), nebo vytvořením tenké vrstvičky oxidu na povrchu kovu, který sám má malou absorpční a emisní schopnost. Kolektory se selektivním nátěrem mají vyšší účinnost než s neselektivním, ale vytvoření povlaku je značně drahé. [1]

4.2.3 Trubicové kolektory

Trubicový atmosférický kolektor má jako konverzní vrstvou vysoce selektivní na černo obarvenou nemrznoucí kapalinu. Kolektor je izolován proti teplotním ztrátám minerální vatou. Absorpční plocha je zakryta sklem a pod trubicemi je plocha, která odráží sluneční paprsky zpět k trubicím, jak je naznačeno na obr. 8. Protože absorpční plocha je polokruhová, kolektor je při směřování k jihu optimálně přizpůsoben dráze slunce v každou denní dobu viz obr. 7. [5] Tento kolektor jsem našel pouze v sortimentu firmy Aneco v.o.s.



Obr. 9 Trubicový atmosférický kolektor [5]

4.2.4 Koncentrující kolektory

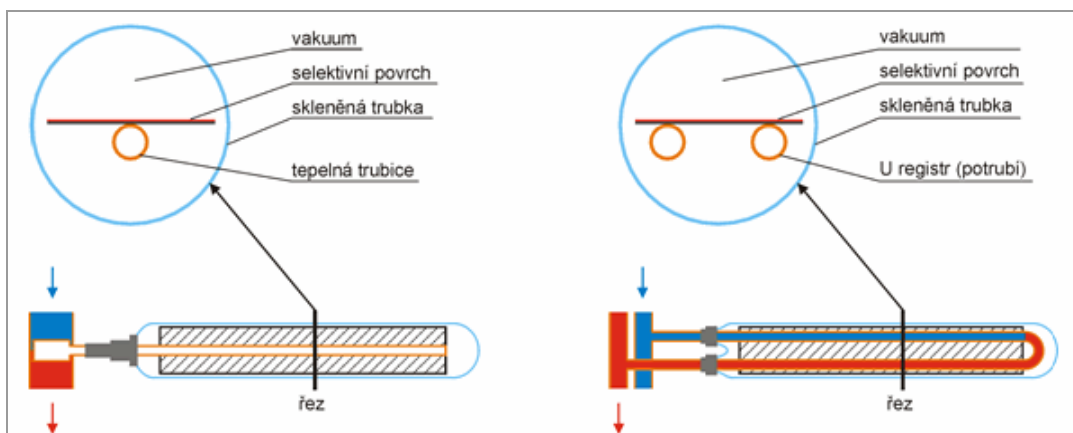
U těchto kolektorů je přímé sluneční světlo válcovými nebo parabolickými zrcadly koncentrováno na potrubí nebo kulovými zrcadly (přesněji může jít o paraboloid) do jednoho ohniska, v němž lze dosáhnout velmi vysokých teplot. Tyto kolektory se používají především v solárních elektrárnách, k ohřevu pracovní látky na vysokou teplotu (250-800°C). Koncentrující kolektory mají tu nevýhodu, že hustotu toku rozptýleného záření zvýšit neumí vůbec, nebo jen málo, a že mimo slunečné počasí jsou jejich zisky zanedbatelné. K tomu se přidává nákladné naklápění zrcadel za sluncem, aby záření bylo stále soustředováno na absorber. [14]

Z těchto důvodů se běžně tyto kolektory nevyrábí, ač mají vysokou účinnost, kterou ale výrobní náklady v současné době nevyvažují.

4.2.5 Vakuové trubkové kolektory

Už za pojmem trubkový vakuový solární kolektor se skrývá relativně rozsáhlá škála konstrukčních řešení s více či méně kvalitním provedením a tomu odpovídajícími výkonovými charakteristikami. V oblasti vakuových trubkových kolektorů se v současné době na trhu vyskytují především dva základní konstrukčně odlišné typy: kolektory s jednostěnnou vakuovou trubicou a kolektory s dvojitěnnou vakuovou trubicou. [24]

Jednostěnné trubkové kolektory jsou tvořeny jednostěnnou skleněnou vakuovou trubicou, v níž je umístěna lamela plochého absorberu přivařená na měděné potrubí (přímo protékaná U-smyčka) nebo na výparník tepelné trubice zajišťující odvod tepla z absorberu (viz obr. 9). Prostup potrubí skleněnou vakuovou trubicou je řešen speciálním těsněním sklo-kov, které zajistí dlouhodobé udržení vakua ve skleněné trubce. Tyto již klasické kolektory jsou v současnosti na vysoké technické úrovni, které však odpovídá i cena a pro většinu aplikací jde o investičně nedostupné řešení. [24]



Obr. 10 Příčný a podélný řez jednostěnnou trubicou vakuového kolektore [24]

Tepelná trubice (vlevo) a přímo protékanou U-smyčkou (vpravo)

V posledním desetiletí se na českém a evropském trhu objevují dvojitěnné trubkové vakuové kolektory. Základní součástí je tzv. Sydney trubka, válcová dvojitěnná skleněná trubka (viz obr. 10), obdobná Dewarově nádobě (například součást termosek). Meziprostor mezi vnější krycí trubicou (ve funkci zasklení) a vnitřní absorpční trubicou (ve funkci absorberu s válcovým tvarem) je vakuován. Vnější povrch vnitřní absorpční skleněné trubky je opatřen selektivním absorpčním povrchem, nejčastěji napařeným nitridem hliníku. Vakuum zajišťuje nízké tepelné ztráty z absorberu do okolí (konvekcí, vedením). Selektivní povrch zajišťuje vysokou pohltivost slunečního záření a nízkou emisivitu absorpční plochy a tedy nízké tepelné ztráty zářením z absorberu. Vakuová Sydney trubka se pro naprostou většinu kolektorů vyrábí v Číně, kde se buď přímo montuje do kolektorů čínské výroby nebo se dováží k evropským výrobcům trubkových kolektorů. [24]

Solární ohřev TUV

Oproti konstrukčnímu uspořádání trubkových solárních kolektorů s jednostěnnými vakuovanými skleněnými trubkami s absorbérem ve tvaru plochých lamel, mají kolektory se Sydney trubkou (válcovým absorbérem) své výhody (snadná vyměnitelnost Sydney trubek při poruše, odstranění problému utěsnění vakua a prostupů potrubí, nízká cena), ale i nevýhody (nižší účinnost přenosu tepla z absorpčního povrchu do teplosměnné látky). [24]

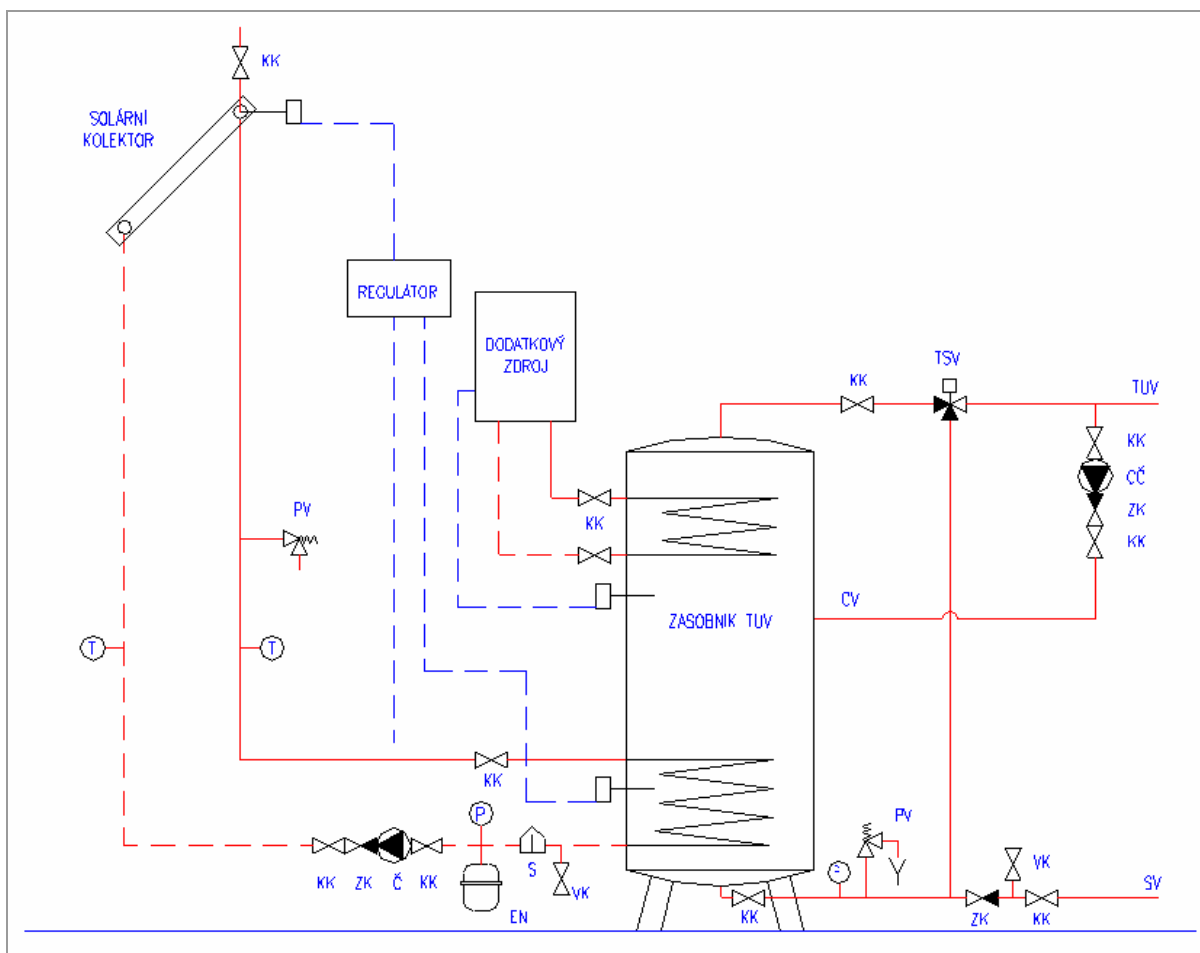


Obr. 11 Příčný řez dvoustěnnou trubkou vakuového kolektoru [24]

Sydney trubkou s tepelnou trubicí (vlevo) a přímo protékanou U-trubkou (vpravo); přenos tepla z absorberu zajišťuje vodivá lamela

4.3 Schéma solárního systému a popis jeho částí

4.3



Obr. 12 Solární soustava s bivalentním zásobníkem TUV [22]

Legenda:

CC - cirkulační čerpadlo

Č - čerpadlo

T - teploměr

KK - kulový kohout

S - spirovent (jen u rozsáhlejších soustav)

ZK - zpětná klapka (ventil)

SV - směšovací ventil

TSV - termostatický směšovací ventil

VK - vypouštěcí kohout

PV - pojišťovací ventil

EN - expanzní nádoba

P - tlakoměr

F - filtr

4.3.1 Technický popis soustavy

V solárním okruhu (mezi kolektory a zásobníkem) vytváří nucený oběh čerpadlo (Č), které je umístěno za expanzní nádobou, která vyrovnává dovolený přetlak v systému. Díky tomuto přetlaku se omezuje vznik vzduchových bublin a koroze. Na sání oběhového čerpadla je umístěn spirovent (S), který kontinuálně odlučuje vzduch ze soustavy. Používá se pouze u větších soustav. U menších je dostačující ruční odvzdušnění. Na kolektoru jsou umístěny kulové kohouty (KK) pro připojení odvzdušňovacích ventilů, kterými se odvzdušňuje soustava při montáži a nahřátí. V případě varu v kolektorech uniká náplň skrze pojišťovací ventil (PV). Zpětná klapka (ZK) zabraňuje zpětnému proudění v solárním okruhu (nevychlazuje se v noci zásobník). Do zásobníku je zapojen dodatečný zdroj tepla (příklady uvedeny v kap. 3), který dohřívá horní část zásobníku. V horní části zásobníku je kolem výměníku dodatečného zdroje vytvořena smyčka s cirkulačním čerpadlem, která urychluje dohřev dodatečným zdrojem.

4.3.2 Funkce soustavy

Regulátor porovnává teplotu pracovní látky na výstupu z kolektorů s teplotou ohříváné vody ve spodní části zásobníku. Je-li teplota na výstupu z kolektorů vyšší o nastavený teplotní rozdíl (cca 7 K), regulátor aktivuje oběhové čerpadlo a pracovní látka přenáší energii slunečního záření do zásobníku TUV. Pokud sluneční energie vodu v zásobníku dostatečně neohřeje, je aktivován doplňkový zdroj tepla, ohřívající horní část zásobníku (využití stratifikace teplot v zásobníku). Řízení dohřevu může být zcela autonomní, nebo může být vázáno na solární soustavu a výhodně zohlednit denní ohřev (spínání bivalentního zdroje v pozdních hodinách po maximálním nahřátí zásobníku). [22]

4.3.3 Základní části solární soustavy

4.3.3.1 Expanzní nádoba

Expanzní nádoba je součástí, jejíž hlavní funkcí je udržet přetlak v soustavě a vyrovnává změnu roztlačnosti kapaliny bez její zbytečné ztráty. Nádoba je vyrobena z plechu a rozdělena na dvě části pomocí membrány anebo vaku. Jedna část je přímo napojena na solární soustavu a v druhé části je stlačený plyn. Při správném nastavení tlaku plynového polštáře dochází k plynulému přenášení tlaku ze soustavy na tlakový plynový polštář. [40]

U větších soustav je možné použít tzv. expanzní automaty, které kromě vykrývání tlakové difference mohou do systému doplňovat kapalinu a odplyňovat celý objem soustavy.

4.3.3.2 Pojistný ventil

Expanzní nádoba pokrývá jen dovolený výkyv tlaku. Pokud hodnota tlaku v systému přesáhne dovolenou mez, pak pojistný ventil upustí část kapaliny, čímž sníží tlak v systému. Ventil pracuje zcela automaticky nezávisle na přívodu elektrické energie. Vlastní upouštění je vymezeno tlačnou pružinou.

4.3.3.3 Čerpadla

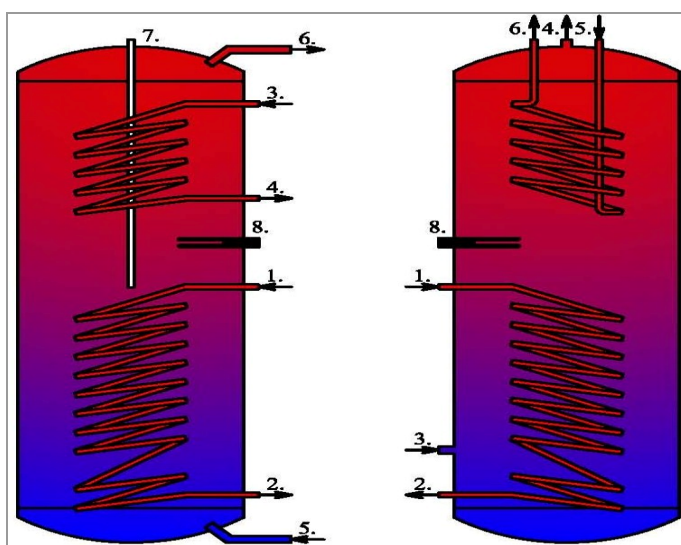
Čerpadla v systému mají nezastupitelnou funkci, jelikož jen v několika málo případech je technicky možné použít gravitační systém, kde je zajištěn dostatečný průtok kapaliny bez použití čerpadla.

Solární soustavy můžeme rozdělit podle průtoku kapaliny na m^2 kolektorové plochy. A to soustava s vysokým průtokem (high flow – cca $50 \text{ l.h}^{-1} \cdot m^{-2}$, vhodná pro celoroční ohřev), soustava s nízkým průtokem (low-flow – cca $20 \text{ l.h}^{-1} \cdot m^{-2}$, vhodná také pro celoroční ohřev) a soustava s opakovaným vyprazdňováním (drain-back), kterou lze provést s vysokým i nízkým průtokem, ale je ji možné využít jen pro sezónní ohřev. [21]

Čerpadla jsou v systému zapojena mezi kulovými kohouty, pro snadnou výměnu v případě poruchy, a nemusí se tak vypouštět celá soustava.

4.3.3.4 Zásobník TUV – akumulční nádoba

Zásobník TUV, resp. akumulční nádoba, slouží ke kumulaci energie získané ze solárních kolektorů v době, kdy svítí slunce a vykryvání doby, kdy nesvítí nebo je noc. V českých podmínkách solární kolektory vykryjí spotřebu TUV jen v letních měsících, jak ukazuje obr. 5. V období nejméně od října do března je zapotřebí dokrýt spotřebu jiným zdrojem. Na obr. 12 jsou schematicky nakreslené dvě možnosti, jak akumulovat energii. A to přímo do TUV (zásobník TUV), kde vstup a výstup ze solárních kolektorů do výměníku je pozice 1 a 2, a jako sekundární dohřev může být zvoleno například elektrické topné těleso (pozice 8), spirálový výměník pro dohřev například kotlem na tuhá paliva (pozice 3, 4) nebo nemusí být využita ani jedna varianta a dohřev vody může probíhat v průtokovém ohřivači. Jelikož v nádobě proudí neustále čistá voda se vzduchovými bublinami apod., musí se vnitřní povrch smaltovat a vkládá se do ní manganová tyč pro prodloužení životnosti nádoby. Pro menší usazování vodního kamene, je vhodná také magnetická úprava vody, nainstalovaná nejlépe za armaturou hlavního přívodu vody, a tím ochraňuje i celý vodovodní řád v domě.



Legenda:

- 1, 2 – vstup a výstup kapaliny ze solárního okruhu
- 3, 4 – vstup a výstup dodávaného tepla z jiného zdroje
- 5 – vstup studené užitkové vody
- 6 – výstup TUV
- 7 – manganová tyč
- 8 – elektrické topné těleso

vlevo – zásobník TUV
vpravo – akumulční nádoba

Obr. 13 Schématický řez zásobníku TUV a akumulční nádoby

Druhou variantou je akumulční zásobník, kde se teplo kumuluje do topné vody. TUV se pak ohřívá ve výměníku se vstupem a výstupem (pozice 5, 6). Přívod od solárních panelů je stejný jako v případě zásobníku TUV, ale v případě přívodu z jiného zdroje jsou možné dvě varianty. Nabíjení, kde pozice 4 je vstup a pozice 3 výstup a vybíjení je přesně opačně. I akumulční nádoba může být osazena elektrickým topným tělesem.

Další nezbytné součásti nádob, které nejsou naznačeny na obr. 12 jsou teploměry, resp. teplotní čidla, manometr a u větších nádob pak kontrolní otvor. Pro menší ztrátu sáláním nádoby je pak celá zaizolovaná.

4.3.3.5 Regulátor

Regulátor je řídicí jednotka, která sama dokáže, podle předem nastavených parametrů a naměřených hodnot, řídit celý systém sama. Podle vhodné volby lze zakoupit jednotku, která řídí nejen solární okruh, ale i další zdroje vytápění a spotřebiče tepla (například podlahové vytápění, topná tělesa) a společně je kombinovat tak, aby provoz byl co nejefektivnější.

5 NÁVRH SOLÁRNÍ SOUSTAVY**5****5.1 Zadání vstupních dat**

5.1

Navrhují solární soustavu pro celoroční ohřev TUV v rodinném domě pro čtyři až šest osob s denní spotřebou 180 litrů teplé vody ($V = 0,18 \text{ m}^3$). Studená voda vstupující do systému má teplotu $t_1 = 10^\circ\text{C}$ a je ohřívána na výstupní hodnotu $t_2 = 50^\circ\text{C}$.

Poloha kolektorů bude v ČR, Brno a vypočtený optimální úhel je 34° . Další data jsou u obr. 5 a vygenerována ze zdroje [16].

Získané teplo bude akumulován ve vodě v akumulární nádobě s měrnou tepelnou kapacitou $c_w = 4\,200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ a hustotou $\rho_w = 995,6 \text{ kg.m}^{-3}$. Pak denní spotřeba (Q_{spot}) je [1]:

$$Q_{\text{spot}} = c_w \cdot \rho_w \cdot V \cdot (t_2 - t_1) = 4200 \cdot 995,6 \cdot 0,18 \cdot (50 - 10) = \underline{\underline{8363,04 \text{ W.h}}}$$

5.2 Volba velikosti solárních panelů

5.2

Pro možnou výslednou volbu vypočítávám dvě varianty, které posléze porovnávám s náklady na ohřev pomocí elektrické energie (dále jen Var C). První variantou (dále jen Var A) je použití plochých solárních kolektorů a druhou variantou (dále jen Var B) je použití vakuových solárních kolektorů. U obou variant bude probíhat dohřev pomocí elektrické energie. Vybral jsem z nabídky trhu (tab. 7) pro každou variantu jeden kolektor a pro ten jsem provedl výpočet podle zdroje [1] pro typický den v měsíci. Technické parametry použitých kolektorů jsou uvedeny v Příloze I a vypočtené hodnoty jsou pro každý měsíc přehledně uvedeny v tab. 8 a 9.

Tab. 7 Výběr z nabídky trhu se solárními kolektory

a) ploché					
Kolektory	Dodavatel	Cena Kč (bez DPH)	Plocha (m ²)	Absorbční plocha (m ²)	Cena/m ² absorbční plochy
MEGASUN N 2500	Solarni energie [49]	11 310	2,60	2,300	4 917
SOLAR TS 300	Ivar cs [41]	10 990	2,09	2,030	5 414
TSC 21 ¹⁾	Reflex [46]	9 667	2,03	1,780	5 431
Q7-3000-EKS	Quantum [45]	12 555	2,50	2,121	5 919
Logasol SKE2.0-s	Buderus [36]	14 590	2,37	2,230	6 543
FKC-1S	Junkers [38]	18 100	2,37	2,230	8 117
b) vakuové					
Kolektory	Dodavatel	Cena Kč (bez DPH)	Plocha (m ²)	Absorbční plocha (m ²)	Cena/m ² absorbční plochy
VTO12	4T [31]	14 880	1,910	1,85	8 043
VM 12 – A/NR	Solarni energie [49]	19 990	2,040	1,98	10 096
K-SOV/TV	Aneco [34]	10 350	1,458	1,02	10 147
SOLAR TS 400	Ivar cs [41]	20 900	2,090	2,03	10 296
Q7-5000-CPC/S1	Quantum [45]	24 195	2,800	2,30	10 520
Logasol SKS 4.0 ²⁾	Buderus [36]	26 100	2,370	2,10	12 429
VSC 25	Reflex [46]	25 990	1,840	1,60	16 244

¹⁾ Kolektor vybrán pro Var A

²⁾ Kolektor vybrán pro Var B

Pozn.: Ceny platné k 07.04.2009

5.2.1 Výpočetní vztahy

- Účinnost kolektoru (η_A [-])

$$\eta_A = 0,85 - 6 \cdot \frac{t_2 - t_v}{I_{str}} \rightarrow \text{pro jedno křící sklo (Var A)}, \text{ kde}$$

$$\eta_A = 0,75 - 4 \cdot \frac{t_2 - t_v}{I_{str}} \rightarrow \text{pro dvě křící skla (Var B)}$$

T_v – průměrná střední teplota vzduchu v době svitu [16]

I_{str} – střední intenzita záření [1]

- Možná energie dopadající na kolektor za den ($Q_{S,den}$ [W.h.m⁻²])

$$Q_{S,den} = Q_{S,den,teor} \cdot \eta_A, \text{ kde}$$

$Q_{S,den,teor}$ – teoreticky možná dopadající energie na kolektor [16]

- Velikost potřebné plochy pro ohřev požadovaného množství TUV (S_x [m²])

$$S_x = \frac{(1 + p_0) \cdot Q_{spot}}{Q_{S,den}}, \text{ kde } p_0 - \text{zvolená tlaková ztráta v potrubí } p = 0,1 [-]$$

- Zachycená energie za den (Q_C [W.h])

$$Q_C = S_n \cdot Q_{A,den}, \text{ kde}$$

S_n – celková velikost absorpční plochy podle počtu zvolených panelů a velikosti absorpční plochy jednoho panelu

- Rozdíl energií (dQ)

$$dQ = Q_{S,den} - Q_{spot}, \text{ kde kladná hodnota značí přebytek a záporná nedostatek tepla}$$

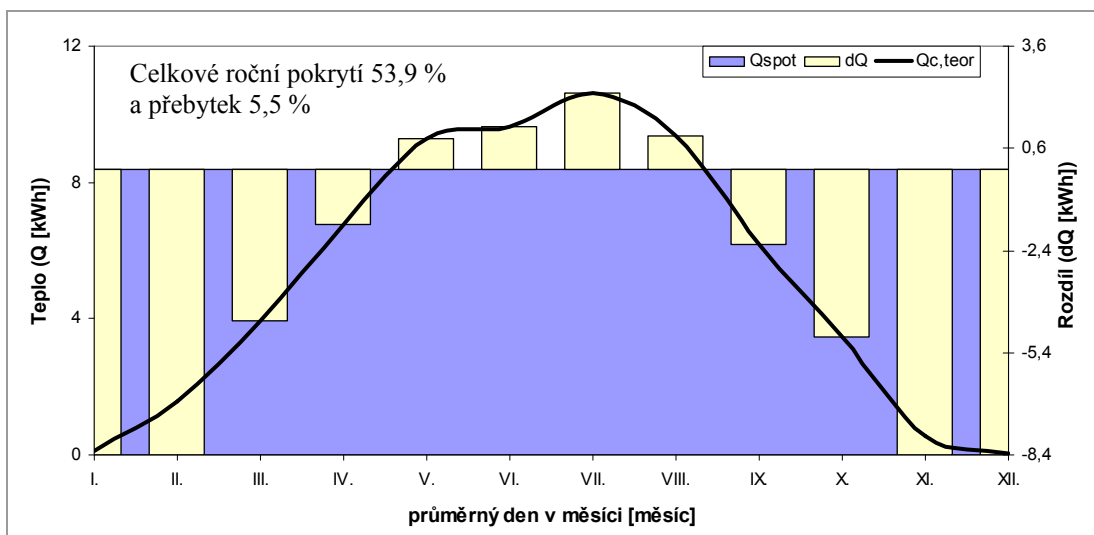
5.2.2 Vypočtené hodnoty

Tab. 8 Vypočítané hodnoty solárního kolektoru Var A

měsíc	T_v [°C]	I_{str} [W.h]	η_A [-]	$Q_{S,den,teor}$ [W.h.m ⁻²]	$Q_{S,den}$ [W.h.m ⁻²]	S_x [m ²]	Q_c [kW.h]	ΔQ [kW.h]
I.	-1,2	372	0,02	1 191	28,8	319,3	0,00	-8,4
II.	1,6	456	0,21	2 059	438,9	21,0	0,00	-8,4
III.	5,0	543	0,35	3 126	1 102,7	8,3	3,93	-4,4
IV.	11,0	576	0,44	4 284	1 901,0	4,8	6,77	-1,6
V.	16,2	607	0,52	5 058	2 609,4	3,5	9,29	0,9
VI.	18,9	605	0,54	4 999	2 707,3	3,4	9,64	1,3
VII.	20,7	607	0,56	5 330	2 986,8	3,1	10,63	2,3
VIII.	20,7	576	0,54	4 830	2 631,3	3,5	9,37	1,0
IX.	16,0	543	0,47	3 649	1 730,8	5,3	6,16	-2,2
X.	11,3	456	0,34	2 845	969,5	9,5	3,45	-4,9
XI.	5,1	372	0,13	1 263	158,9	57,9	0,00	-8,4
XII.	-0,2	311	0,01	833	8,3	1 104,4	0,00	-8,4

Pozn.: S_n byla zvolena 3,7m² resp. 2 solární kolektory

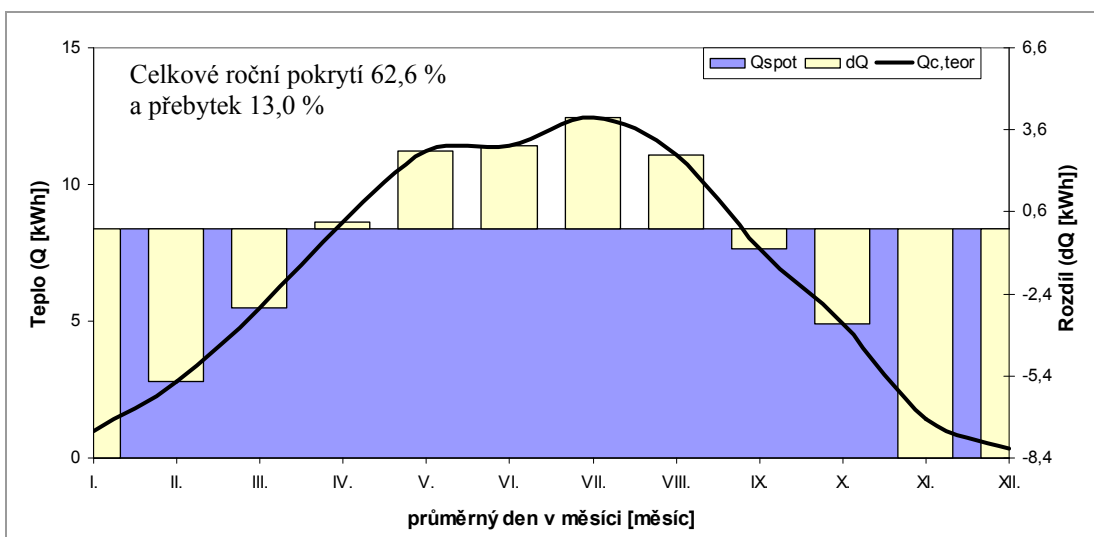
U vypočítané zachycené energie za den (Q_C) jsem uměle nastavil minimální hodnotu dodané energie z kolektorů 30% z potřebné energie. Toto nastavení má za následek, že všechna energie bude muset být dodána z jiného zdroje. V zimních měsících by bez tohoto omezení mohlo docházet spíše ke ztrátě v akumulční nádobě. Křivka $Q_{c,teor}$ vyjadřuje celkovou teoretickou možnou dodanou energii za den v jednotlivých měsících.

Solární ohřev TUV

Obr. 14 Graf dodávání tepla skrze solární soustavu v jednotlivých měsících (Var A)

Tab. 9 Vypočítané hodnoty solárního kolektoru Var B

měsíc	T_v [°C]	I_{str} [W.h]	η_A [-]	$Q_{s,den,teor}$ [W.h.m ⁻²]	$Q_{s,den}$ [W.h.m ⁻²]	S_x [m ²]	Q_c [kW.h]	ΔQ [kW.h]
I.	-1,2	372	0,20	1 191	237,6	38,7	0,00	-8,4
II.	1,6	456	0,33	2 059	670,1	13,7	2,81	-5,5
III.	5,0	543	0,42	3 126	1 308,3	7,0	5,49	-2,9
IV.	11,0	576	0,48	4 284	2 052,8	4,5	8,62	0,3
V.	16,2	607	0,53	5 058	2 666,9	3,4	11,20	2,8
VI.	18,9	605	0,54	4 999	2 721,4	3,4	11,43	3,1
VII.	20,7	607	0,56	5 330	2 968,4	3,1	12,47	4,1
VIII.	20,7	576	0,55	4 830	2 639,7	3,5	11,09	2,7
IX.	16,0	543	0,50	3 649	1 822,8	5,0	7,66	-0,7
X.	11,3	456	0,41	2 845	1 167,9	7,9	4,91	-3,5
XI.	5,1	372	0,27	1 263	337,5	27,3	0,00	-8,4
XII.	-0,2	311	0,10	833	86,9	105,8	0,00	-8,4

Pozn.: S_n byla zvolena 4,2m² resp. 2 solární kolektory

Obr. 15 Graf dodávání tepla skrze solární soustavu v jednotlivých měsících (Var B)

5.3 Cenová kalkulace solárního systému

5.3

K navrženým solárním panelům byly přidány další nezbytné komponenty solární smyčky, které byly podle doporučení výrobců navrženy v adekvátní velikosti. (tab. 10.)

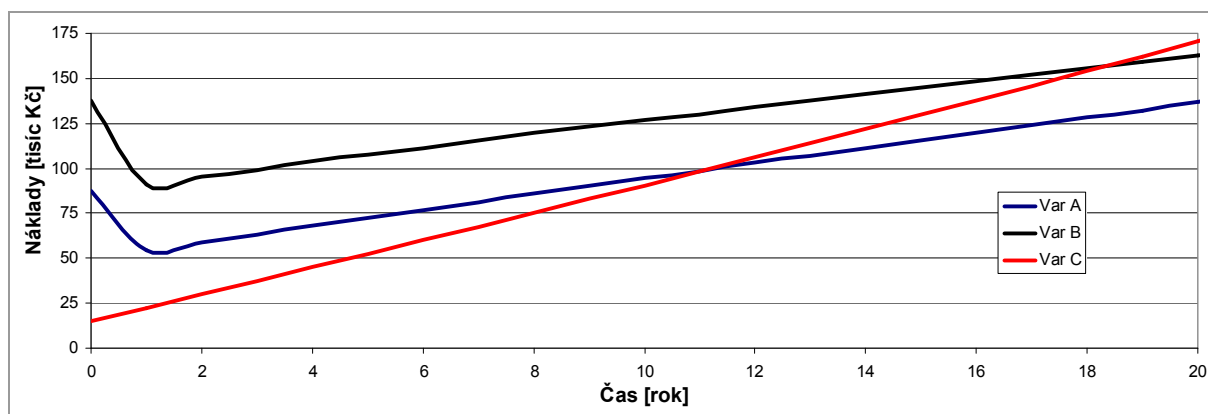
Tab. 10 Cenová kalkulace solárních systémů

Název	cena/ks	Var A		Var B	
		ks	Kč (s 19% DPH)	ks	Kč (s 19% DPH)
Solární panel – plochý TSC 21 [46]	9 667,0	2	19 334,0	0	0,0
Upevnění na střeche – plochý (TSC 21) [46]	4 276,0	1	4 276,0	0	0,0
Solární panel – vakuový SKS 4.0 [36]	30 951,9	0	0,0	2	61 903,8
Upevnění na střeche – vakuový (SKS 4.0) [36]	12 566,4	0	0,0	1	12 566,4
Akumulační nádoba (300 l) (8405019895) [40]	34 775,0	1	34 775,0	1	34 775,0
Expanzní nádoba (8402019901) [40]	981,0	1	981,0	1	981,0
Pojišťovací ventil (2201019906) [40]	675,0	1	675,0	1	675,0
Hnací sada (8400019) [46]	7 602,0	1	7 602,0	1	7 602,0
Regulace (8610603) [46]	11 252,0	1	11 252,0	1	11 252,0
Potrubí (cca 22 m)	1 000,0	1	1 000,0	1	1 000,0
Nemrznoucí směs (10 l) (8700005) [46]	1 230,0	1	1 230,0	1	1 230,0
Mezisoučet			81 125,0		131 985,2
dotace (max. 50%; 55tis)			- 44 618,8		- 55 000,0
CELKEM			36 506,2		76 985,2

Pozn.: Ceny platné k 07.04.2009. V závorce uvedeno objednací číslo výrobku.

Cena za potrubí je jen odhad, podle použitého materiálu a celkové délky pak může být upravena, ale ceny jsou v celkové výši investice marginální.

V kalkulaci byly započítané také dotace, které uděluje Státní fond životního prostředí České republiky v programu Zelená úsporám podle bodu C.3 solární systémy na celoroční ohřev TUV v maximální výši 50% resp. 55 tis. Kč. Žadatel může podat žádost již před započítáním realizace a SFŽP mu vystaví právně závazné rozhodnutí o rezervaci prostředků, které mu neprodleně budou vyplaceny po dokončení projektu. [28]

**Obr. 16** Porovnání jednotlivých variant vzhledem k nákladům na pořízení a provoz

Na obr. 16 jsou porovnávány varianty solárních systémů s dohřevem pomocí elektrického tělesa a výrobou TUV jen pomocí elektrické energie. Celý výpočet je v Příloze II. Rok nula je rokem instalace zařízení. Z grafu je zřejmé, že návratnost u plochého kolektoru je po 11-ti letech (bez dotace 21 let) a u vakuového kolektoru je po 18-ti letech (bez dotace 28 let).

6 ZÁVĚR

6

Na začátku své práce jsem se pokusil popsat nejvyužívanější metody ohřevu TUV. Nejlevnější investicí do technického zařízení je u ryze elektrických ohřivačů, ale následné náklady na ohřev jsou nejvyšší. V pomyslném žebříčku následují průtokové plynové ohřivače. Když pominu náklady na provoz, mají i tyto způsoby svá pozitiva. Například čistotu prostředí v technické místnosti, kde je zařízení umístěno a bezobslužný provoz. Protikladem může být kotel na tuhá paliva. Investice do zařízení je v řádu desítek tisíc, ale následné náklady na výrobu jsou oproti elektrickému ohřevu několikanásobně menší. Některé typy mají i poloautomatický provoz, kde stačí pouze jednou za několik dnů naplnit zásobník a vysypat popel.

Státy světa se snaží globálně snížit závislost na fosilních palivech a znečištění ovzduší. Jako alternativu nabízejí takzvané obnovitelné zdroje energie. Jedním z nich jsou solární kolektory, které pomocí sluneční energie ohřívá TUV. Myšlenka získávání energie ze slunce je zajímavá, ale bohužel slunce pro rozsáhlé technické využití není vhodný zdroj. Slunce sice září neustále energií, ale na Zemi dopadá energie jen v určitých periodách podle rotační polohy Země (den, noc) a v objemech podle ročního období resp. natočení osy rotace vůči Slunci.

Přesto má ekonomicky nepopíratelný význam. Navrhl jsem dvě varianty solárních systémů, které jsou v současnosti nejvyužívanější v praxi. Systémy s plochými a vakuovými kolektory. Z intenzity záření podle měsíců v roce je zřejmé, že nepokryjí celoroční potřebu TUV. Ze zvolené plochy kolektorů, resp. z počtu kolektorů, pokryjí u vakuového kolektoru z 64% a plochého kolektoru z 54% roční spotřebu. Pokud náklady do kolektorů s elektrickým dohřevem počítáme například vůči nákladům do elektrického ohřevu, pak plochý kolektor je výhodnější již po 21 letech a vakuový po 28 letech.

V solární soustavě jsem zvolil akumulární nádobu (se solárním výměníkem, tepelným výměníkem pro ohřev TUV a s elektrickým ohřevem) místo pouhého zásobníku TUV. A to hlavně kvůli možnému rozšíření solární soustavy i na vytápění a různé variabilitě dohřevu, který můžeme vhodně nakombinovat podle výhodnosti. Průtočný ohřev TUV také znemožňuje výskyt nebezpečné bakterie *Legionella pneumophila*.

Stát skrze Státní fond životního prostředí ČR na solární soustavu nabízí nárokovou dotaci, po splnění všech podmínek, ve výši 50% a zároveň maximálně 55 tis.Kč v případě pouze celoročního ohřevu TUV. Pokud by soustava sloužila i pro vytápění pak maximální výše je 50% a zároveň maximálně 80 tis.Kč. Investor může podat žádost již před započatím realizace projektu a SFŽP mu vystaví právně závazné rozhodnutí o výši dotace na jeho projekt a tuto dotaci mu neprodleně vyplátí po realizaci. Po vyplacení dotace na mnou navržené soustavy, by se výhodnost u plochého kolektoru zkrátila na 11 let a u vakuového kolektoru na 18 let.

Výrobci kolektorů udávají, že životnost plochého kolektoru je cca 30 let a vakuového 30 - 40let. Podle mého názoru by si investiční celek na svoji rekonstrukci a obnovu po dosloužení měl sám vydělat. To v případě použití vakuového kolektoru je velice sporné, a proto bych nedoporučil do něho investovat.

Pokud bych měl shrnout výhodnost solární soustavy, po stránce ekonomické je rozhodně dobré investovat do soustavy s plochými kolektory, a to i pro použití mimo privátní sféru. Například u kempů a jiných sezónních rekreačních zařízení může být návratnost bez dotací daleko rychlejší, než u domácností s celoročním ohřevem a s dotacemi.

7 POUŽITÁ LITERATURA**7**

- [1] Cihelka, J. *Solární tepelná technika*. 1.vyd. Praha: T. Malina, 1994. 203 s. ISBN 80-900759-5-9
- [2] Brealay, R.A. *Teorie a praxe firemních financí*. 6.vyd. Praha: Computer press, 2000. 1064 s. ISBN 80-226-189-4
- [3] Tolasz, R. *Atlas podnebí Česka*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav; Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1
- [4] ČSN 06 1002. Vydáno 01/2007
- [5] Aneco v.o.s. *Typy slunečních kolektorů* [on-line]. 24.02.2008, 27.03.2008 [citováno 25.3.2009] <<http://kolektory.blog.cz/0802/typ-iii-solarni-kolektor-k-sov-t2006>>
- [6] Backer Elektro CZ s.r.o. TYP 4206 [on-line]. [citováno 25.02.2009] <<http://backer.inshop.cz/inshop/scripts/detail.asp?ItemID=1>>
- [7] Beránková, Š, Skupina ČEZ. *Více biomasy méně uhlí* [on-line]. 13.02.2009 [citováno 25.02.2009] <<http://www.cez.cz/cs/o-spolecnosti/media/tiskove-zpravy/2325.html>>
- [8] Česká plynárenská unie. *Životní prostředí* [on-line]. [citováno 26.02.2008]. <<http://www.cpu.cz/webmagazine/kategorie.asp?idk=180>>
- [9] Český statistický úřad. *Spotřeba energie v domácnostech ČR za rok 2003* [on-line]. 22.04.2005 [citováno 26.02.2009]. <[http://www2.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/t/F100482455/\\$File/8109ta05.pdf](http://www2.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/t/F100482455/$File/8109ta05.pdf)>
- [10] Český statistický úřad. *Spotřeba energie v domácnostech ČR za rok 2003* [on-line]. 22.04.2005 [citováno 26.02.2009]. <http://www2.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/o/8109-05-za_rok_2003-uvod>
- [11] Družstevní závody Dražice-strojírna, s.r.o. *Kombinované ohřívače vody - závěsné, svislé* [on-line]. [citováno 25.02.2009]. <<http://www.dzd.cz/cs/kombinovane-ohrivace-vody-zavesne-svisle/>>
- [12] Družstevní závody Dražice-strojírna, s.r.o. *Přednosti ohřívačů vody DZ Dražice* [on-line]. [citováno 25.02.2009]. <<http://www.dzd.cz/cs/prednosti-ohrivacu-vody-dz-drazice>>
- [13] Dufka, J. *Kotle na tuhá paliva do 50 kW (II) - přehled trhu v ČR* [on-line]. 13.09.2001 [citováno 26.02.2009]. <<http://vytapieni.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=659>>
- [14] Ekologický institut Veronica. *Překlad montážní příručky pro svépomocné systémy* [on-line]. [citováno 27.03.2009]. <http://www.veronica.cz/energie/solar/armin/main_armin.html>
- [15] Elektron-Etto, s.r.o. *Technické parametry topných těles* [on-line]. [citováno 25.02.2009]. <<http://www.etto.cz/technicke-parametry>>
- [16] European Commission, Joint Research Centre. *Interactive maps - Solar Irradiation Data* [on-line]. 20.11.2008 [citováno 27.03.2009]. <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm>>
- [17] Kholová M. Český statistický úřad. *Statistická data* [online]. 5. prosince 2008 11:58. Osobní komunikace.
- [18] Kolektiv. *Slunce* [on-line]. 05.01.2009 [citováno 13.03.2009]. <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Slunce>>
- [19] Kolektiv. TZB-info.cz. *Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva* [on-line]. [citováno 10.04.2009]. <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=269>>
- [20] Lyčka, Z. *Kotelny s kotli na uhlí a koks* [on-line]. 20.10.2008 [citováno 26.02.2009]. <<http://vytapieni.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5149&h=211&pl=39>>
- [21] Matuška, T a kol. *Solární soustavy - teorie a schémata (II)* [on-line]. 15.08.2005 [citováno 27.03.2009]. <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2641>>
- [22] Matuška, T a kol. *Solární soustavy - teorie a schémata (III)* [on-line]. 22.08.2005 [citováno 27.03.2009]. <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2653>>

- [23] Matuška, T. *Stanovení účinnosti plochého solárního kolektoru (III)* [on-line]. 09.06.2005 [citováno 27.03.2009]. <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2552>>
- [24] Matuška, T. *Účinnost vakuových trubkových solárních kolektorů (I)* [on-line]. 09.06.2008 [citováno 27.03.2009]. <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4903>>
- [25] Musil, L. *Plyn ve vytápění (I)* [on-line]. 17.10.2002 [citováno 26.02.2009]. <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=1163>>
- [26] Redakce. *Sluneční kolektory - přehled trhu* [on-line]. [citováno 27.03.2009]. <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=1862>>
- [27] Skupina ČEZ, a.s. *Výroční zpráva Skupiny ČEZ za rok 2007* [on-line]. 30.04.2008 [citováno 26.02.2009]. <<http://www.cez.cz/edee/content/file/investori/informacni-povinnost-emitenta/2008-04/vnitri-informace-cez-113-2008.pdf>>
- [28] Ministerstvo životního prostředí, SFŽP. *Zelena úsporám* [on-line]. 07.04.2009 [citováno 10.04.2008]. <http://www.zelenausporam.cz>
- [29] Veletrhy Brno, a.s. *Zdroje tepla na plyn* [on-line]. 11.04.2007 [citováno 27.02.2009]. <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4048>>
- [30] Vláda České republiky. *Aktualizovaná zpráva Nezávislé energetické komise* [on-line]. 22.11.2008 [citováno 27.02.2009]. <<http://www.vlada.cz/assets/ppov/nezavisla-energeticka-komise/aktuality/zpravanek081122.pdf>>
- [31] 4T, a.s., Vančurova 113, 277 13 Kostelec n / L. [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.4t.cz>>
- [32] AEG Home Comfort, K Hájmů 946, 155 00 Praha 5 - Stodůlky [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.aeg-hc.cz>>
- [33] Alphatec-CZ, s r.o., nám. Republiky 15, 614 00 Brno [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.homecomfort.cz>>
- [34] Aneco v.o.s., Sladkovského 505, 530 01 Pardubice [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://kolektory.blog.cz>>
- [35] Backer Elektro CZ a.s., Poličská 444, 539 01 Hlinsko [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.backer-elektro.cz>>
- [36] Bosch Termotechnika s.r.o. - obchodní divize Buderus, Pod Višňovkou 1661/35, 140 00 Praha [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.buderus.cz>>
- [37] Bosch Termotechnika s.r.o. - obchodní divize Dakon, Pod Višňovkou 1661/35, 140 00 Praha 4 [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.dakon.cz>>
- [38] Bosch Termotechnika s.r.o. - obchodní divize Junkers, Pod Višňovkou 35/1661, 140 00 Praha 4-Krč [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.junkers.cz>>
- [39] Družstevní závody Dražice-strojírna s.r.o., Dražice 69, 294 71 Benátky nad Jizerou [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.dzd.cz/>>
- [40] DUKLA Trutnov, s.r.o., Elektrárenská 322, 541 03 Trutnov 3 [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.duklatrutnov.cz>>
- [41] IVAR CS spol. s r. o., Vaníčkova 5, 160 17 Praha 6 [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.ivarcs.cz>>
- [42] Jaroslav Cankař a syn ATMOS, Velenského 487, 294 21 Bělá pod Bezdězem [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.atmos.cz>>
- [43] Merloni TermoSanitari Česká, s. r. o., Krkonošská 5, 120 00 Praha 2 [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.mtsceska.cz>>
- [44] MIRAVA spol., s r.o., Za Sedmidomky 15, 101 00 Praha 101 [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.mirava.cz>>
- [45] QUANTUM, a.s., Brněnská 212, 682 01 Vyškov [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.quantumas.cz>>
- [46] Reflex CZ, s.r.o., Administrativní budova PREFA, Průmyslová 5, 108 00 PRAHA 10 - Štěrboholy [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.reflexcz.cz>>

- [47] Regulus, s.r.o., Do Koutů 1897/3, 143 00 Praha 4 [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.regulus.cz>>
- [48] Sídlo značky PROTHERM pro ČR, Vaillant Group Czech, s.r.o., Chrášťany 188, 252 19 Praha - západ [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.protherm.cz>>
- [49] Solární Energie spol. s r.o., Provozní 5492/1, 722 00 Ostrava - Třebovice [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.solarnienergie.cz>>
- [50] STIEBEL ELTRON spol. s r. o. K Hájům 946, 155 00, Praha 5 – Stodůlky [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.tatramat.cz>>
- [51] TOPENÍ LEVNĚ, spol. s .r.o. Petříkovická 186. 541 01 Trutnov [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.topenilevne.cz>>
- [52] Vaillant Group Czech, s.r.o., 252 19 Chrášťany 188 [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.vaillant.cz>>
- [53] VERNER, a. s., Sokolská 321, 549 41 Červený Kostelec [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.kotle-verner.cz>>
- [54] ŽDB GROUP, a.s., Závod VIADRUS. Bezručova 300. 735 93 Bohumín [online]. [citováno 07.04.2009]. <<http://www.viadrus.cz>>

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

8

TUV	- teplá užitková voda
SFŽP	- Státní fond životního prostředí

9 SEZNAM PŘÍLOH

9

PŘÍLOHA I. – Technické parametry použitých zařízení.....	30
PŘÍLOHA II. – Ekonomický výpočet jednotlivých variant	31

PŘÍLOHA I. – Technické parametry použitých zařízení**1 Solární kolektory**

Tab. Technické parametry solárních kolektorů

Parametr		SKS 4.0 [36]	TSC 21 [46]
Celková plocha	m ²	2,37	2,03
Absorpční plocha	m ²	2,1	1,85
Obsah absorberu	l	1,43	1,4
Selektivita - absorpce	%	95,5	-
Selektivita - emise	%	5	-
Tepelná kapacita	kJ.m ⁻² .K ⁻¹	4,82	-
Max. provozní teplota	°C	120	-
Stagnační teplota	°C	204	232
Hmotnost	kg	46	38
Jmenovitý objemový průtok	l.h ⁻¹	50	-
Max. provozní přetlak	bar	10	10

2 Akumulační nádoba [40]

Objem 300 litrů, hmotnost 78 kg. Topná plocha TUV: standard 2,37 m² tepelný výkon 24 l/min 45 °C při 75 °C v nádrži, solární výměník - standard 2,37 m² tepelný výkon 24 l/min 45 °C při 75 °C v nádrži, přetlak 4 bary, spirály jsou vyrobeny z měděné trubky Cu 22 x 1.

3 Expanzní nádoba [40]

Objem 8 litrů, hmotnost 1,5 kg. Max. pracovní přetlak 6 barů.

4 Pojistňovací ventil [40]

Typ PV 55. Otevírací přetlak 5,5 bar. Zavírací přetlak 5,0 bar.

PŘÍLOHA II. – Ekonomický výpočet jednotlivých variant

Pozn.: Výpočet proveden pomocí [2]

Popis tabulky, která je na následující straně

- Rok (n) – kde rok 0 je rokem uvedení do provozu zařízení
- Celková investice – celková investice bez dotací (tab. 10)
- Nemrznoucí směs – Výrobce udává, že by se měla měnit jednou za 3-5 let
- Náklady na instalaci:

náklady na práci - hodina	220 Kč
počet hodin instalace	16
DPH	9 %
náklady na práci - CELKEM	3 837 Kč

- Hotovostní tok v daném roce (CF [Kč])
- Diskont (D): zvoleno $D=0,08$
- Diskontovaný peněžní tok v daném roce (DCF [Kč]):

$$DCF_n = CF \cdot (1 + D)^{-n}$$

- Čistá současná hodnota za dobu (n) trvání investice (Kumulované CF)

$$KCF_n = KCF_{(n-1)} + DCF_n$$

Doplňující informace k Var C:

Dodavatelem elektrické energie je Skupina ČEZ a.s. s tarifním pásmem D25 s paušálním poplatkem 182,08Kč měsíčně, vysokým tarifem 5,03Kč.kWh⁻¹ a nízkým tarifem 1,78Kč.kWh⁻¹. TUV bude dohřívána pouze na nízký tarif (max. 8hod denně). Počítám s ročním nárůstem paušálu o 1% a zvýšením ceny za elektřinu 10%. Ceny jsou platné pro čtvrtý kvartál roku 2008.

Pro ohřívání TUV jsem zvolil boiler OKCE 125 od firmy DZ Dražice [39].

Solární ohřev TUV

Var A																					
rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
celková investice	81 125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nemrznoucí kapalina	0	0	0	0	1 230	0	0	0	1 230	0	0	0	1 230	0	0	0	1 230	0	0	0	1 230
náklady na instalaci	3 837	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dotace	0	-40 563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Náklady na dohřev	2 185	4 966	5 264	5 590	5 946	6 336	6 763	7 230	7 743	8 304	8 919	9 594	10 334	11 146	12 037	13 014	14 087	15 266	16 559	17 980	19 540
CF	87 147	-35 597	5 264	5 590	7 176	6 336	6 763	7 230	8 973	8 304	8 919	9 594	11 564	11 146	12 037	13 014	15 317	15 266	16 559	17 980	20 770
DCF	87 147	-32 960	4 513	4 437	5 275	4 312	4 262	4 219	4 848	4 154	4 131	4 115	4 592	4 098	4 098	4 103	4 471	4 126	4 144	4 166	4 456
NPV	136 707	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kumulované CF	87 147	54 187	58 700	63 137	68 412	72 724	76 986	81 205	86 052	90 206	94 338	98 452	103 045	107 143	111 241	115 343	119 814	123 940	128 084	132 250	136 707
Var B																					
rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
celková investice	131 985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nemrznoucí kapalina	0	0	0	0	1 230	0	0	0	1 230	0	0	0	1 230	0	0	0	1 230	0	0	0	1 230
náklady na instalaci	3 837	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dotace	0	-55 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Náklady na dohřev	2 185	4 446	4 692	4 961	5 264	5 575	5 926	6 310	6 730	7 190	7 694	8 246	8 851	9 515	10 242	11 041	11 916	12 878	13 932	15 090	16 362
CF	138 007	-50 554	4 692	4 961	6 484	5 575	5 926	6 310	7 960	7 190	7 694	8 246	10 081	9 515	10 242	11 041	13 146	12 878	13 932	15 090	17 592
DCF	138 007	-46 809	4 023	3 938	4 766	3 794	3 734	3 682	4 300	3 597	3 564	3 537	4 003	3 499	3 487	3 480	3 837	3 480	3 487	3 497	3 774
NPV	162 678	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kumulované CF	138 007	91 198	95 221	99 159	103 925	107 719	111 453	115 135	119 436	123 032	126 596	130 133	134 136	137 635	141 122	144 602	148 440	151 920	155 407	158 903	162 678
Var C																					
rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
bojler	7 240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
paušál	2 185	2 207	2 229	2 251	2 274	2 296	2 319	2 343	2 366	2 390	2 414	2 438	2 462	2 487	2 512	2 537	2 562	2 588	2 614	2 640	2 666
cena spotřebované	5 438	5 982	6 580	7 239	7 962	8 759	9 634	10 598	11 658	12 824	14 106	15 516	17 068	18 775	20 652	22 718	24 989	27 488	30 237	33 261	36 587
CF	14 863	8 189	8 809	9 490	10 236	11 055	11 954	12 941	14 024	15 213	16 519	17 954	19 530	21 262	23 164	25 254	27 551	30 076	32 851	35 901	39 253
DCF	14 863	7 582	7 553	7 533	7 524	7 524	7 533	7 551	7 577	7 610	7 652	7 700	7 756	7 818	7 886	7 961	8 042	8 129	8 221	8 319	8 422
NPV	170 755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kumulované CF	14 863	22 446	29 998	37 532	45 055	52 579	60 112	67 663	75 240	82 850	90 502	98 202	105 958	113 775	121 662	129 623	137 665	145 794	154 015	162 333	170 755